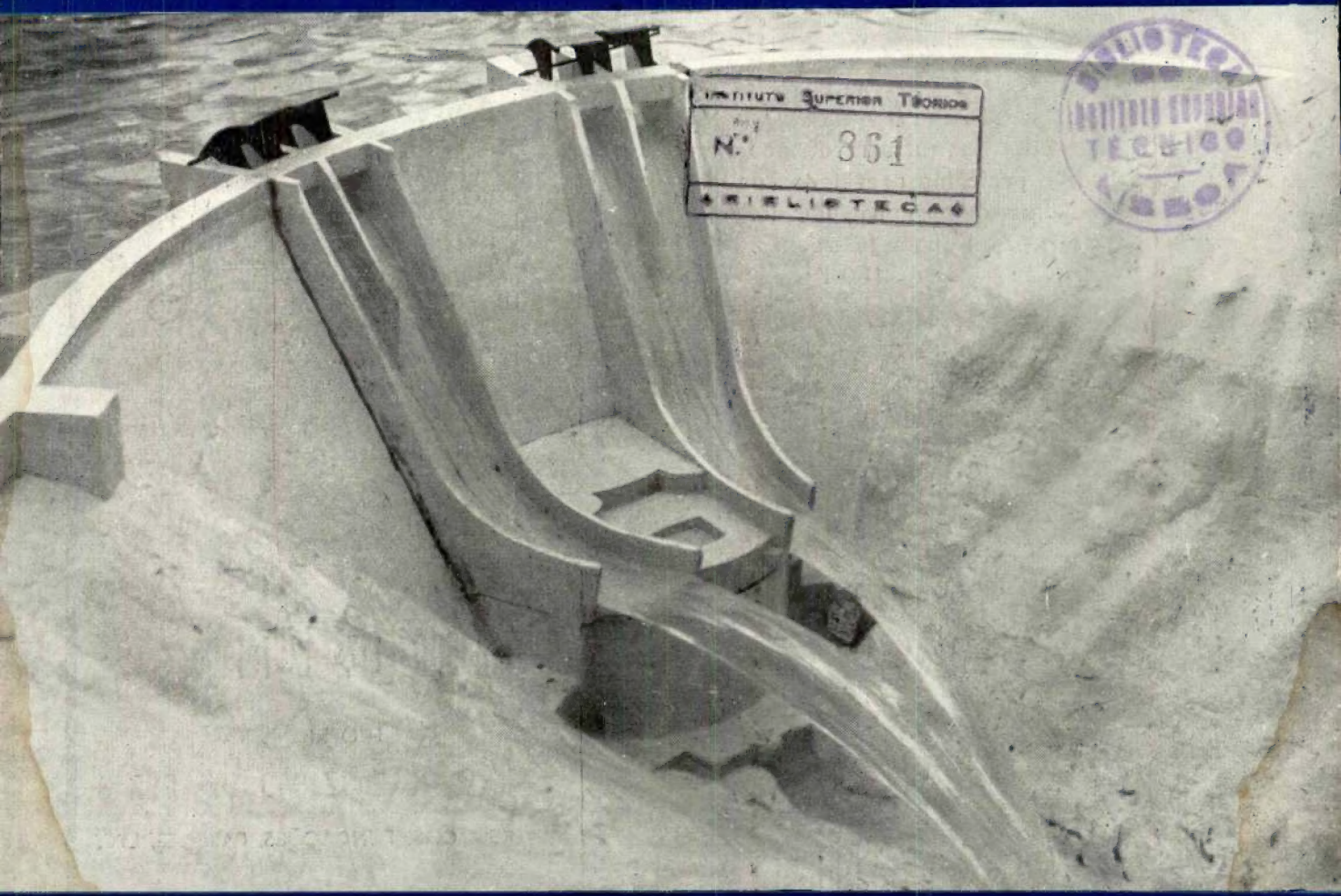
TÉCNICA



Instituto Superior Técnico
N.º 361
Biblioteca
Biblioteca do Instituto Superior Técnico Lisboa

REVISTA DE ENGENHARIA
DOS ALUNOS DO I.S.T.

N.º 163 - Março - 1946

CIMENTO

SECIL

Fabricado pelos mais modernos processos e preferido para todos os trabalhos de responsabilidade.
Sacos de papel ou de juta com 50 Kg.
Barricas de 180 Kg.

S E C I L

COMPANHIA GERAL DE CAL E CIMENTO
RUA DO COMÉRCIO, 56, 3.º
LISBOA

União Eléctrica Portuguesa

S. A. R. L.

SEDE
Rua Duque de Loulé, 240 — Pôrto
Telef. 2828 — 2829 — 2830 — Est. 90

DELEGAÇÃO
R. António Maria Cardoso, 13, 2.º-Lisboa
Telefones 27232 — 27233 — Est. 365

ELECTRICIDADE DO LINDOSO
E DAS CENTRAIS DO FREIXO E DA CACHOFARRA

A **União Eléctrica Portuguesa** distribui e vende electricidade nos **distritos** de VIANA DO CASTELO, BRAGA, PORTO, AVEIRO, COIMBRA, VISEU LEIRIA e de SETÚBAL, pela mais extensa rêde de alta-tensão em Portugal (mais de 1.200 kms), levando fôrça motriz às FÁBRICAS e luz a CIDADES, VILAS, ALDEIAS e LUGARES

A **U. E. P.** facilita a electrificação de Fábricas e oferece as maiores vantagens nas suas tarifas

Consultar a **U. E. P.** e consumir a sua energia é **proveitoso negócio**

Cimento «Liz» hidrofugado «N»

PRÓPRIO PARA

IMPERMEABILIZAÇÃO DE OBRAS

REBOCOS, FUNDAÇÕES, PAREDES, ETC.

Substitue com vantagem de ordem técnica e económica todos os impermeabilizadores conhecidos.

Em sacos de papel de 50 quilos

Peçam instruções para o seu emprêgo

Sede: Rua do Cais de Santarém, 64, 1.º — LISBOA
Filial: Rua de Santo António, 190-A, 1.º — PORTO

Agentes em todo o País

NÚMERO
163
Março — 1946

TÉCNICA

REVISTA DE ENGENHARIA
DOS
ALUNOS DO INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO
Redacção e Administração: AV. ROVISCO PAIS, IST / LISBOA-N./ TEL. 49144 (linha 50)

BIBLIOTECA I.S.T.

DIRECTOR
ANTÓNIO BUSTORFF
ADMINISTRADOR
FERNANDO MANZANARES ABECASIS
BIBLIOTECÁRIO
FERNANDO JÁCOME DE CASTRO
CORPO REDACTORIAL
João Barata Galvão
Henrique Marques Pereira
Eduardo Cansado de Carvalho
José Pais Gromicho
Alfredo Nobre da Costa
Manuel da Silva Ferreira

NÚMERO AVULSO 7$50
ASSINATURAS:

	3 N.os	6 N.os	12 N.os
Continente e Ilhas	21$00	40$00	75$00
Colónias Portuguesas e Estrangeiro	—	45$00	80$00

EDITOR E PROPRIETARIO
ASS. DOS ESTUD. DO I. S. T.

COMPOSTO E IMPRESSO
NA
Tip. JORGE FERNANDES, L.da
RUA CRUZ DOS POIAIS, 103
LISBOA

SUMÁRIO

CAPA — Uma das soluções da Barragem de Castelo do Bode. — Fotografia da maquette executada no Centro de Estudos de Engenharia Civil.

		Págs.
Problemas da formação e da actividade dos engenheiros	Eng.º Ricardo E. Teixeira Duarte	785
Laboratório portátil especialmente para uso de mineralogistas, adaptado às técnicas da micro-análise	Eng.ª Isabel Maria Meleças Gago	789
Estacas para fundações	Eng.º Fernando Vasco Costa	807
O aguaceiro de 18-XI-945, caído sobre Lisboa	Eng.º Alvaro Nobre da Veiga Garcia	838
Vida Escolar e Associativa		848
Do Mundo Técnico		849
Publicações recebidas		851

OS ARTIGOS PUBLICADOS NESTA REVISTA SÃO DE EXCLUSIVA RESPONSABILIDADE DOS AUTORES

D. MOURA — ENGENHEIRO

REPARADORA ELECTRO-MECÂNICA

Uma organização para trabalhos de electricidade

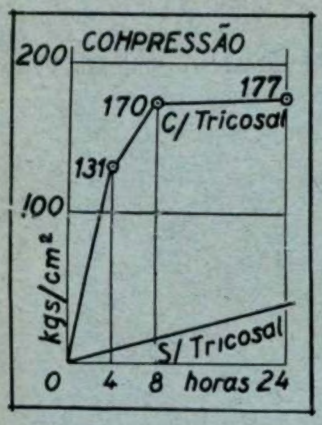
ALTA TENSÃO — BAIXA TENSÃO

Oficinas de construções eléctricas.
Transformações de características e reparações em:
GERADORES — MOTORES — TRANSFORMADORES
e em tôda a aparelhagem eléctrica para usos industriais e agrícolas.
SERVIÇO DE ASSISTÊNCIA URGENTE À INDÚSTRIA

Instalações industriais de Fôrça Motriz e Luz
Portos de transformação

Com o nosso empréstimo de máquinas temos evitado a paralização de muitas fábricas

RUA DA TRINDADE, 18-A — LISBOA
Telefone 21406
Telegramas — REPARADORA

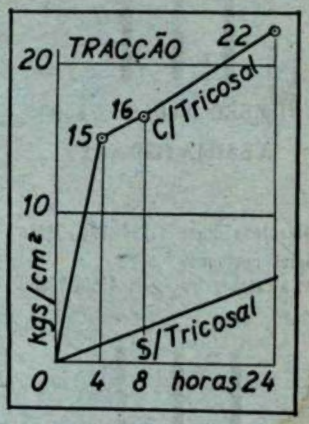


Impermeabilisante — Acelerador de presa

CEMENT PROOFING — TRICOSAL — HARDENING PRODUCTS

Anti-acidos — Anti-oleos

REPRESENTANTE EXCLUSIVO PARA PORTUGAL
H. M. F. HATHERLY. LTDA.
RUA DO COMERCIO, 8 — TEL. 2 2001



Furos de diametros 2 1/2" e 3/4"

Sendo aplicado cimento com TRICOSAL

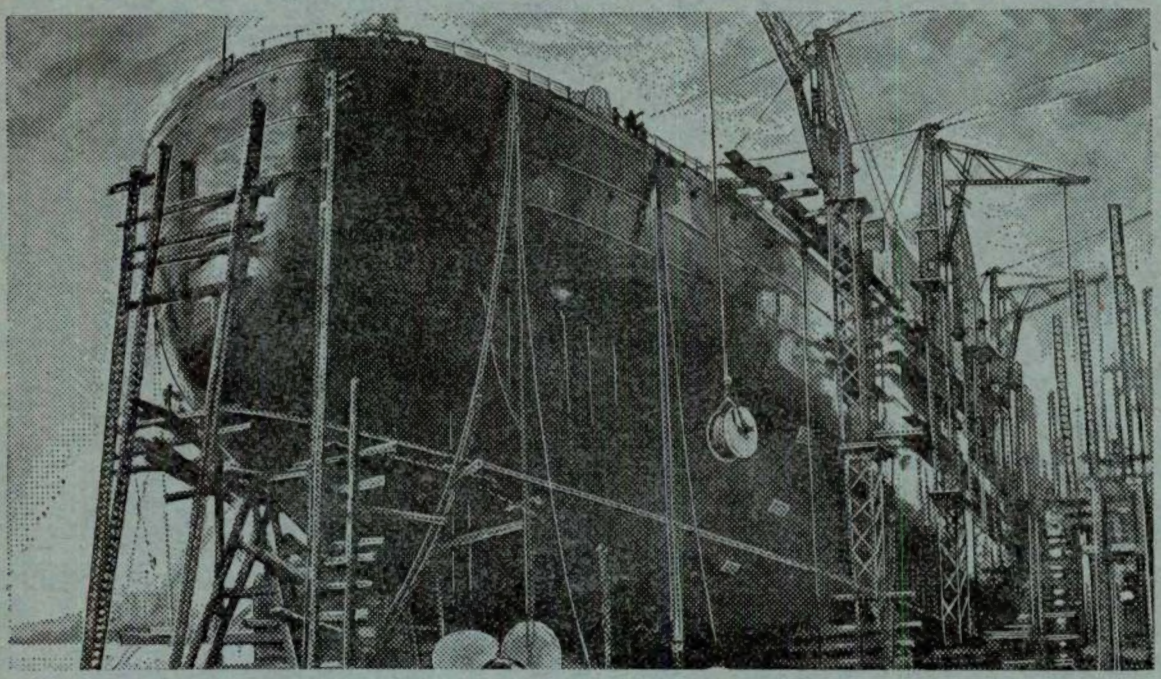
4 minutos depois perfeitamente estancados

G.E.C.

THE GENERAL ELECTRIC CO. LTD., OF ENGLAND

NA GUERRA COMO NA PAZ

NA VANGUARDA DO PROGRESSO DA ELECTRICIDADE



A aparelhagem eléctrica da G. E. C. foi instalada, antes da guerra, em navios de tôdas as classes de serviço. Muitos dêstes navios mais importantes, como os luxuosos transportes movidos por turbo-eléctricos, os cargueiros com descarga automática eléctrica, os rebocadores movidos a diesel-eléctricos, os ferries-boats, foram equipados completamente pela G. E. C. — pioneiros da manufactura eléctrica na Gran-Bretanha. Durante a guerra, provàvelmente não houve barco de guerra ou de carga Britânico que não fôsse apetrechado com qualquer equipamento eléctrico da G. E. C.

A G. E. C. serve tôdas as indústrias essenciais da mesma maneira e a grandeza de tal trabalho teve necessidade de uma reversão completa na produção do tempo de paz, com o fim de acudir às prioridades de guerra. As mudanças no desenho e na técnica têm sido constantes, e estas alcançarão grandes efeitos no futuro.

Agora que acabou a guerra, a experiência da Companhia abrangendo tôda a aplicação da electricidade, incluindo o ramo importante dos electrónicos, ficará à disposição de todos os interessados em tôda a parte do mundo, para execução de esquemas eléctricos de qualquer magnitude.

ESQUEMAS DE ELECTRIFICAÇÃO

Os esquemas da electrificação da G. E. C., foram aplicados em tôdas as indústrias, incluindo: Fábricas de Aviões, Automóveis, Locomotivas, Vagões e Carruagens de Caminho de Ferro, e também nas indústrias: Mineira, Química, Têxtil, Ferro, Aço, Cobre e Refinarias de óleo, etc., etc.

THE GENERAL ELECTRIC CO., LTD., MAGNET HOUSE, KINGSWAY, LONDON

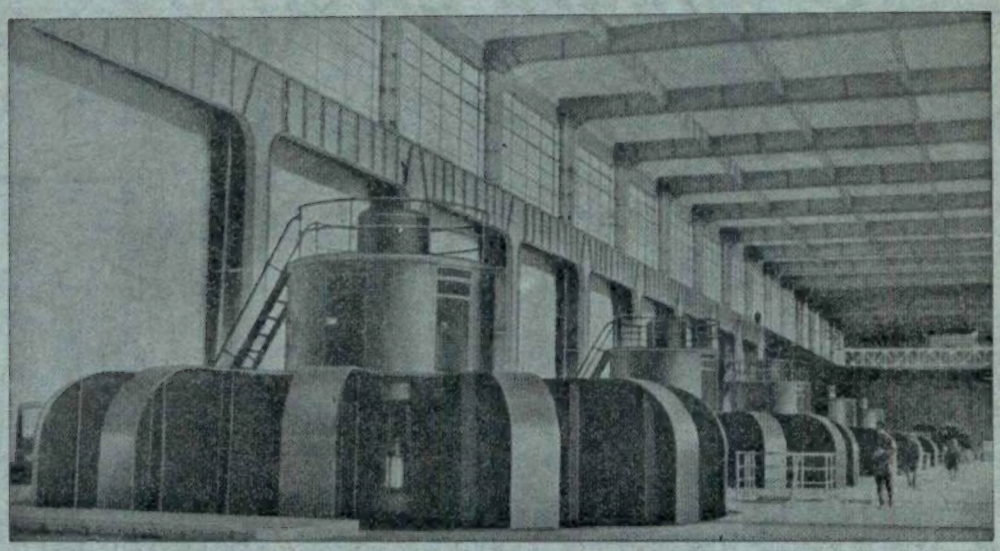
REPRESENTANTES:

THE ENGINEERING COMPANY OF PORTUGAL LTD

RUA DOS REMOLARES, 12 - 1.º — LISBOA

GENERAL ELECTRIC

Schenectady, N. Y.



Central hidroeléctrica com 5 geradores General Electric
de 77.500 kVA, 88 r. p. m. cada um

Motores e dínamos. Alternadores. Transformadores. Aparelhos para alta e baixa tensão Centrais termo e hidroeléctricas. Instalações para melhorar o factor potência. Tracção eléctrica. Máquinas, Transformadores e Electrodos para soldadura eléctrica. Fornos eléctricos. Automotoras eléctricas e Diesel-Eléctricas. Turbinas de vapor. Aparelhos de iluminação. Instrumentos de medida. Condutores eléciricos. Electrificação de fábricas. Comandos eléctricos especiais para fábricas téxteis, fábricas de papel, etc. Máquinas frigoríficas. Emissores e receptore. para T. S. F. Aparelhagem de Electro-Medicina. Instalações de Som.

THOMSON
GENERAL ELECTRIC

Portuguesa, L.da

LISBOA
Rua do Norte, 5

Telef. 28135-28136

Standard Electrica

ASSOCIADA

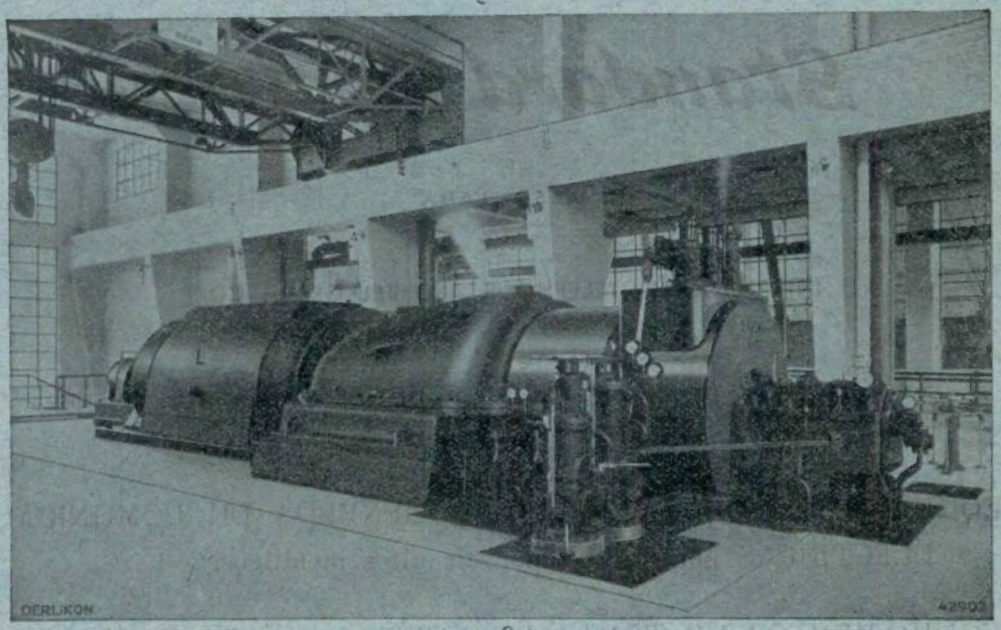
DA

INTERNATIONAL TELEPHONE AND TELEGRAPH CORP

- EQUIPAMENTOS PARA TODOS OS GÉNEROS DE COMUNICAÇÕES ELÉCTRICAS por rádio e por circuitos metálicos.
- EQUIPAMENTOS DE TODAS AS POTÊNCIAS PARA RADIODIFUSAO E TELEVISAO.
- GRANDES E PEQUENAS CENTRAIS TELEFONICAS, manuais e automáticas.
- TODO O GÉNERO DE APARELHAGEM MANUAL E AUTOMÁTICA para instalações telefónicas e telegráficas.
- FORNOS ELÉCTRICOS desde pequenas potências, com aquecimento por correntes de radiofreqüência.
- SISTEMAS PATENTEADOS, DE ANTENAS de alta eficiência.
- CABOS DE TODOS OS TIPOS para comunicações em tôdas as freqüências e para transporte de energia.

Telefone 2 3111/2/3 Rua Augusta, 27 LISBOA

OERLIKON



Grupo turbo-alternador Oerlikon de 30000 kW e ponte rolante de 74 t. da Central de Hameenlinna (Filândia)

PRODUTOS OERLIKON

Equipamentos eléctricos para centrais termo e hidro-eléctricas, subestações e instalações de distribuïção. Geradores e motores eléctricos de todos os tipos, transformadores, reguladores de indução, grupos convertidores, mutadores, turbinas a vapor e turbo geradores, gruas eléctricas, interruptores e aparelhos de manobra para alta e baixa tensão, aparelhos de protecção e relais de todos os tipos, equipamentos para soldadura eléctrica por arco, compressores e bombas de vácuo, electrolisadores, equipamentos eléctricos para locomotivas, automotoras eléctricas e diesel-eléctricas (via estreita e normal), tramwais, troley-buses, funiculares, teleféricos, etc.

Representante Geral para Portugal e Colónias

P. BELLASI

Pôrto // Rua Sá da Bandeira, 494, 3.° // Telefone 968

ATELIERS DE CONSTRUCTION OERLIKON
ZURICH-OERLIKON (SUIÇA)

TÉCNICA

ANTÓNIO BUSTORFF
DIRECTOR

ANO XXI - N.º 163 MARÇO 1946

Problemas da formação e da actividade dos engenheiros

ENG.º CIVIL (I. S. T.) RICARDO E. TEIXEIRA DUARTE

C. D. 378

I

SOLIDARIEDADE PROFISSIONAL

Recebida a carta de curso, com aquela alegria cheia de emoção que dá o ter-se atingido um objectivo antevisto de muito longe, quando nos voltamos para o mundo investidos de uma missão mais grave do que a de estudar, procuramos ansiosos os nossos novos companheiros e sentimos um certo temor.

E que não compreendemos o trabalho ou a luta isoladamente!

O novo engenheiro ao verificar a consideração com que o tratam a ele, ainda ontem simples estudante, sente que isso é devido, não ao aumento repentino do seu valor, mas à colectividade a que passou a pertencer.

É a consciência de uma realidade! Nada significa haver mais um engenheiro (por distinto que seja) num canto do mundo em que se fala certa língua. Significará muito que os engenheiros desse canto do mundo, investigando, criando, auxiliando-se uns aos outros, estimulando os melhores dotados, consigam uma atmosfera propícia aos relâmpagos de génio que fazem a glória de uma Nação e enriquecem o património da Humanidade.

Habituados à solidariedade da família e dos velhos amigos, a qual se estende aos companheiros de estudo, bem firme a ideia de doação à Pátria da própria vida, se tanto fôr necessário, poucos são os que não levam consigo da Escola a generosidade da juventude e a compreensão clara de que a obra a que se propõem dar o seu esforço é a obra colectiva da profissão que escolheram.

Nós sabemos que a profissão é mais fàcilmente esquecida, os seus laços são mais fàcilmente desatados pelos interesses que os da Família e da Pátria! Mas dêmo-nos as mãos os que temos fé, desde os que recordam a Escola no horizonte esbatido de uma distância

de trinta anos, aos que vêem o fim do seu curso ainda longe pelo engano da sua ansiedade; todos os que somos e todos os que queremos ser, orgulhosamente, engenheiros portugueses cheios de esperança no triunfo de alguns de nós para orgulho de todos!

*

* *

Nada mais triste do que não se pertencer a uma comunidade gloriosa ou, pelo menos, digna; e não há comunidade digna sem solidariedade entre os seus membros.

Para alguns a solidariedade é a fonte dos seus direitos que nasce dos deveres alheios. Estes são os indignos!

A solidariedade criadora não é a de todos por um, mas a que leva cada um a sacrificar-se por todos. Daí as Ordens, organismos depositários dos compromissos solenes dos que se votam ao mesmo objectivo, com autoridade para castigar os que fraquejem no rígido cumprimento daquilo a que se obrigam.

Ora, as grandes responsabilidades dos Engenheiros exigem deles um aprumo e um escrúpulo que pedem a austeridade das regras de uma Ordem; os seus erros e as suas faltas causam muitas vezes grandes prejuízos e deshonram aqueles que são designados pelo mesmo título.

Por esta razão, a criação da Ordem dos Engenheiros foi aspiração de várias gerações de rapazes que concluíam os seus cursos e se sentiam envergonhados pela insconsciência de alguns que se intitulavam seus colegas.

O primeiro passo para a solidariedade profissional deve ser a dedicação pela Ordem dos Engenheiros, a luta pelo seu prestígio cada vez mais alto entre os engenheiros.

Eu repito: *entre os engenheiros!* Porque só quando estes projectem todo o brilho do seu valor pessoal sobre a Ordem, quando façam recair sobre ela toda a respeitabilidade das suas atitudes mais belas, quando todos os que errem curvem a cabeça ao seu veredictum, é que a Ordem dos Engenheiros terá prestígio, também, entre os membros das outras profissões e se imporá ao respeito do povo e das autoridades do País.

Aos egoistas não agrada uma tal linguagem que parte da noção do dever para o indivíduo e dos benefícios para a colectividade, eles esquecem que as multidões são formadas de operários modestos e de soldados humildes, ambos votados a uma única conquista: a da honra! — a de sustentar a família pelo esforço do seu braço, a de sacrificar a liberdade e a vida pela defesa da Pátria.

*

* *

Há tempos lancei um apêlo a todos os membros da Ordem dos Engenheiros, em que se liam estas palavras:

> «Infelizmente para muitos engenheiros a Ordem existe apenas para defender os seus interesses particulares, sem qualquer esforço da sua parte além do que lhe exige o pagamento das cotas. Nada mais errado! A Ordem busca definir os

interesses colectivos pelo esforço de todos e não de alguns, e são esses interesses que ela tem de defender: primeiro contra aqueles dos seus membros que os ofendam, depois — apelando para o Estado se tanto fôr necessário — contra as outras classes ou entidades que os menosprezem».

«Como é lógico, lêem-se no Estatuto da Ordem os deveres antes dos direitos; estes últimos estão resumidos no n.º 1 do artigo 11.º — A fruição de todos os benefícios de caracter profissional, moral e material obtidos pela Ordem» — Assim os direitos de cada um dos membros da Ordem são apenas os benefícios que lhe resultem da existência dela».

Sempre a mesma conclusão da solidariedade profissional a partir de um compromisso que nos permita andar de cabeça levantada se não lhe faltarmos e nos obrigue a curvar a cabeça envergonhados se o esquecermos nalgum momento.

Alguns dizem: está bem tratando-se de um compromisso voluntário; não devia ser obrigatória a inscrição na Ordem!

Nesse caso, teríamos Engenheiros sujeitos voluntàriamente a princípios de dignidade própria e de respeito pelo público, e engenheiros que não queriam sujeitar-se a tais princípios!...

Não seria lógico que fosse acautelado o público contra o perigo que esta repugnância significaria?

É o que sucede afinal! Para exercer a profissão é preciso estar inscrito na Ordem, há que oferecer garantias! Essas garantias são dadas pelos próprios engenheiros que velam assim pela competência e pela dignidade profissional de todos.

Tal é o aspecto fundamental da solidariedade profissional através da Ordem.

*

* *

Mas não basta essa solidariedade. A compreensão de que todo o esforço individual de um Engenheiro, sem o apoio e ajuda dos Colegas, será insuficiente para brilhar ao longe no espaço ou no tempo, é condição não menos importante para que um País disponha de uma Engenharia que o conduza seguramente pelos caminhos mais avançados do progresso.

Sem os engenheiros investigadores debruçados sobre os livros e sobre os aparelhos dos laboratórios, nenhum engenheiro poderá aperfeiçoar um processo de construção até ao triunfo completo da técnica. Nem haverá investigadores verdadeiramente, se os realizadores lhe não levarem o enunciado dos problemas que o desenvolvimento da técnica lhe vai fazendo ver em rasgos de inspiração ou golpes de acaso.

Que será de nós se não tivermos professores cada vez mais sábios e mais hábeis, cursos cada vez mais desenvolvidos e melhor organizados? De que obras se poderá orgulhar o País se não forem muitos os engenheiros altamente sabedores e com engenho e bom senso, colocados nos postos de comando do Estado e da Indústria particular, e se estes não tiverem às suas ordens, a auxiliá-los e a completá-los, engenheiros bem formados, leais e trabalhadores?

Todos precisamos de estímulo e auxilio: os menos dotados para desempenharmos as nossas funções sem perturbarmos com muitos erros a obra que não é só nossa, mas que será o nosso orgulho; os mais dotados para podermos empregar as nossas faculdades especiais na busca de alguma coisa que seja orgulho de todos.

Solidariedade, em suma, para darmos bons livros e bons professores aos estudantes, a fim de que venham a ser bons engenheiros, e para podermos receber dos Engenheiros mais sabedores as suas lições e os seus conselhos.

Se houver solidariedade verdadeira, os melhores de nós, aqueles que atingirem os postos de comando, Chefes de Repartições, de Laboratórios e de Fábricas, Directores de Escolas, Directores Gerais dos Serviços do Estado e das grandes Empresas, e mais alto ainda, levarão muitas vezes as suas recordações até ao tempo dos primeiros passos na vida profissional, quando procuravam ansiosamente companheiros que os ajudassem a tornar realidades os ideais generosos de glória colectiva. Sendo assim, eles baixarão a sua mão sábia e poderosa até aos que, por sua vez, desfraldam a bandeira da esperança; eles serão o braço forte, seguro e carinhoso, em que se sentirão apoiados, finalmente, os velhos que caminham sem perder a fé no triunfo indiscutível da Engenharia Portuguesa.

Laboratório portátil especialmente para uso de mineralogistas, adaptado às técnicas da micro-análise

POR ISABEL MARIA MELEÇAS GAGO

(Eng.ª Químico-Industrial I. S. T. e Assistente do I. S. T.)

C. D. 622.1:549

Apresenta-se um modelo de «laboratório de campo». Descrevem-se alguns métodos e técnicas da micro-análise aplicados com bom resultado ao estudo dos minerais portugueses do continente.

Procura-se estudar um pouco mais pormenorisadamente o processo de caracterização por electrografia.

I — INTRODUÇÃO

Os métodos da micro-análise permitem pesquisas qualitativas muito rápidas e estão por isso a ser largamente empregados em vários campos. A sua aplicação ao estudo dos minerais é já corrente (1) (2). Embora haja a apontar-lhes alguns contras, podem no entanto considerar-se como grandes auxiliares para a caracterização daqueles.

Dada a grande sensibilidade das reacções usadas nestes métodos, basta uma pequeníssima quantidade de substância para com ela se conseguir realizar a análise. O facto tem a enorme vantagem de permitir grande economia de reagentes e em especial de tempo.

Em grande maioria de casos as reacções podem ser específicas, o que traz muita comodidade à análise; evitam-se assim as separações que implicam filtração ou centrifugação, operações sempre mais demoradas ou exigindo material especial.

Como inconveniente há a notar o seguinte: não ser muito fàcilmente avaliável a ordem de grandeza da substância caracterizada, presente na «toma» donde se partiu, visto as reacções serem tão sensíveis que acusam mesmo vestígios, os quais são geralmente sem interesse ao estudo corrente dum minério.

No entanto é possível atenuar este contra: tratando-se de minério (ou mineral), os seus caracteres mineralógicos são guia precioso para a orientação da pesquisa. Outros factos ainda podem dar a ideia, embora muito por alto, da ordem de grandeza da quantidade da substância presente: o tempo de ataque — caso de ataques superficiais como contacto ácido, electrográfico, etc.

Nos casos dos constituintes vulgares dos minérios correntes, quem possua uma prática regular, consegue à simples vista avaliar se se trata ou não de vestígios, atendendo à toma donde se partiu, ao tempo de ataque, à intensidade da mancha corada sobre o papel, ou à intensidade da coloração das gotas na placa, etc. Quando se queira um pouco mais de rigor pode seguir-se o processo da «colorimetria de gotas», processo de determinação aproximada (semi-quantitativo) que consiste em comparar a cor obtida com a cor produzida por um soluto padrão (de concentração conhecida).

Podem pois considerar-se como nìtidamente vantajosos estes métodos na sua aplicação às pesquisas nos minérios.

Quase sempre há porém necessidade ou conveniência de fazer as pesquisas «in loco» pois as prospecções fazem-se em lugares muitas vezes bastante distanciados de qual-

quer centro onde seja possível proceder a uma análise.

Nesta ordem de ideias, visando especialmente a preparar o meio de analisar qualitativamente uma dada amostra, mesmo no campo, construíu-se um pequeno laboratório obedecendo aos seguintes pontos fundamentais:

1) Ser perfeitamente transportável e sólido.
2) Ser independente, isto é, permitir trabalhar durante algum tempo em qualquer região mesmo afastada dos centros civilizados, sem ser apetrechado de novo.
3) Além de estojo para transportar material e reagentes ao abrigo de poeiras e outras interferências, ser ao mesmo tempo «bancada» de trabalho.
4) Permitir rápida utilização do material e reagentes: para isso estes encontram-se dispostos em divisórias independentes e bastante pormenorisadas.
5) Ter um peso mínimo; atendendo a isso todo o material — frascos com reagentes e os dispositivos de suporte — foram reduzidos às dimensões mínimas.

Quanto à escolha de métodos e técnicas empregados

Seguiram-se vários métodos e técnicas habitualmente usados em semi-micro ([1]), procurando-se em especial os mais simples e rápidos:

1) De preferência escolheram-se técnicas muito simples de modo a poderem ser realizadas por um não-especialista; (qualquer ajudante de laboratório pode proceder às pesquisas).
2) Procuraram-se reacções específicas nas condições dos ensaios, ou pelo menos quase específicas para os casos considerados.
3) Escolheram-se métodos de ataque muito rápidos, fugindo tanto quanto possível às fusões.

As figuras (1) e (2) ... mostram fotografias da «maquette» do laboratório, construída em papelão e cortiça a título experimental, e que serviu de base às experiências.

O laboratório definitivo será construído de madeira leve e resistente.

Construção do laboratório

É constituído por uma caixa-estojo feita de madeira com as dimensões 50×15×37 (cm). Internamente:

1) Uma parede a toda a altura da caixa divide esta em dois vãos desiguais; no menor está colocada uma prateleira móvel (do mesmo tipo dos suportes das objectivas dos microscópios) onde estão encerrados os ácidos concentrados.
   — Isto visa a isolar o material e em especial os reagentes orgânicos de qualquer vapor ácido.
   Ainda neste vão, estão acomodados um maçarico gasolina e uma lâmpada de álcool.
2) O vão maior 42,5×15×37 está dividido longitudinalmente por uma parede móvel que encostando a um rebordo de feltro assegura calafetagem perfeita contra as poeiras.
3) O material e os reagentes encontram-se dispostos no vão interior e na face interna da parede móvel. Na face externa desta estão colocados nos seus suportes: martelo, canivete, pincel, caixa com papel de filtro, «block-notes» com as técnicas a seguir para as pesquisas.
4) Quando se abre a caixa: primeiro a tampa e depois a parede móvel (que depois de aberta fica perpendicular a esta) fica formado um triedro ortogonal. Deste modo realiza-se uma pequena «bancada» de trabalho com mesa e prateleiras, conseguindo-se ao mesmo tempo um anteparo ao vento.
5) A face interna da tampa da caixa, que serve de «mesa» de laboratório está forrada de oleado.
6) Cada divisória que contém os frascos e o material estão fechadas para os proteger das poeiras; as portas são do tipo «vitrine».
   Pipetas, varetas e colheres, estão acomodadas num estojo de cortiça, bem como os almofarizes de agata e de Abich.
7) O laboratório definitivo virá a assentar sobre tripé de madeira, do tipo das máquinas fotográficas.

Lista do material que o laboratório contém:

11 frascos para reagentes líquidos com a capacidade de 5 ml.

8 frascos para reagentes sólidos com a capacidade de 5 ml.

([1]) Nota — Para aqueles que desconhecem as bases e métodos da semi-micro análise, seguem-se adiante umas breves notas.

Para maiores detalhes recorrer a livros da especialidade. Em especial ver Feig (1) e Emich-Schneider (3).

6 frascos para reagentes vários com a capacidade de 10 ml.

6 frascos para fundentes com a capacidade de 15 ml.

3 frascos para ácidos concentrados com a capacidade de 30 ml.

4 cadinhos de porcelana de 0,5 ml.

2 » » » » 2 ml.

1 » » prata de 2 ml.

1 » » platina de 2 ml.

1 » » quartzo de 5 ml.

6 tubos de vidro de ensaio Yena com 70 mm e $\phi = 7$ mm.

3 tinas de porcelana de 4,5 ml.

2 cápsulas de vidro Pirex de 2 ml.

4 vidros de relógios de $\phi = 2$ cm.

12 pipetas de vidro Pirex de 2 ml.

2 tubos de vidro com pipetas capilares de 7 cm e 10 cm de comprimento.

6 varetas de vidro.

6 lâminas de vidro de 5,5 × 2,5 cm.

1 colher de platina de 0,5 ml.

4 colheres de vidro de 0,5 ml.

1 placa de porcelana com «godets» de 0,5 ml.

1 suporte de porcelana para pipetas

1 fio de platina com cabo de vidro (para pérolas).

1 almofariz de Abich $\phi = 1$ cm.

1 almofariz Ágata $\phi = 4$ cm

1 balão esguicho com água bi-destilada de 100 ml.

1 lupa de relojoeiro.

1 caixa de alumínio com algodão hidrófilo.

1 caixa com papel de filtro vulgar isento de ferro $\phi = 9$ cm.

1 carteira com vários sobrescritos de gelatina contendo papeis embebidos de reagentes e papel Whatman N.º 120, em rectângulos de 2 × 1,5 cm (ver fig. 4).

Dispositivo de electrodesposição (ver fig. 4).

1 pilha seca de 4,6 volts.

Lâminas metálicas de Al. para cátodos.

1 tripé de ferro.

2 triângulos de porcelana e cartões de amianto.

1 lamparina de álcool.

1 maçarico de gasolina «Barthel» N.º 101. (1)

1 martelo, 1 canivete, 1 pincel, 1 trapo limpo.

Lista dos Reagentes

Os reagentes empregados são todos p. p. a.

Os reagentes orgânicos especiais para reacções de gotas são das casas Eastman Kodad e Schering-Kahlbaum.

A — Reagentes sólidos:

N.º 12 Ácido cromotrópico.
N.º 20 Quinalizarina.
N.º 19 Cloreto estanoso.
N.º 13 Tartarato de amónio.
N.º 18 Fluoreto de sódio.
N.º 17 Silica.
N.º 14 Tiosulfato de sódio.
N.º 15 Tiocianeto de amónio.
N.º 21 Limalha de Zn isenta de arsénio.

B — Reagentes vários (usuais):

N.º 33 Ácido clorídrico conc.
N.º 34 Ácido azótico conc.
N.º 35 Ácido sulfúrico conc.
N.º 27 Soda cáustica ~ 2N. (1)
N.º 30 Amónia ~ 3N. (2)
N.º 32 Ácido sulfúrico ~ 2N.
N.º 31 Ácido acético ~ 2N.
N.º 28 Acetato de sódio (sol. saturada).
E.º 29 Álcool a 95º

C — Fundentes:

N.º 24 Soda cáustica (em lentilhas). (3)
N.º 23 Bióxido de sódio. (4)
N.º 22 Carbonato duplo de potássio e sódio.
N.º 26 Pirosulfato de potássio.
N.º 25 Cianeto de potássio.

D — Reagentes líquidos especiais — Sua preparação;

N.º 1 *Iodo azoteto de sódio* — Dissolver 3 g de azoteto de sódio em 100 ml de I 0,1 N.

N.º 2 *Molibdato de amónio* (solução azótica — Á solução de molibdato a 5 % juntar ~ 35 ml de NO_3H (d = 1,2).

N.º 3 *Benzidina* (Solução acética a 1 %) — Dissolver 0,05 g de benzidina em 10 ml de ácido acético, diluir a 100 ml com água bi-destilada e filtrar.

N.º 4 *Rodamina B* — Dissolver 10 mg de rodamina em 100 ml de água.

N.º 5 *Tiocianeto de mercúrio* — Dissolver 12 g de Cl_2Hg e 13,5 de tiocianeto de potássio em 100 ml de água. Deixar repousar alguns dias.

N.º 6 *Solução diluída de cobalto* — Solnção diluída dum sal de cobalto tal que não dê reacção com o tiocianeto de mercúrio. (SO_4 — 0,01 % de Co).

N.º 7 *Difenílcarbazida* — Solução alcoólica a 1 %.

N.º 8 *Cacotelina* — Solução aquosa saturada.

N.º 9 *Água oxigenada.*

N.º 10 *Água de Bromo.*

N.º 11 *Nitrato de prata* — Solução saturada.

E — *Papéis embebidos em reagentes.* Dados para a sua preparação (ver págs. 795, 796).

Papel usado — Papel Watman N.º 120 em rectângulos de 2×1,5 cm.

Papel de Curcuma — Ferver 20 g de curcuma em 5 ml de álcool a 95º, filtrar e misturar com 50 ml de água.

(1) Actualmente os maçaricos destas dimensões não se encontram no mercado.

(1), (2), (3) e (4) Guardados em frascos de vidro parafinados interiormente.

Embeber papel nesta solução 5 minutos. Enxugar entre papel de filtro e deixar secar.

Papel ou algodão de cloreto de potássio (Solução saturada aquosa de ClK — Embeber papel e algodão hidrófilo nesta solução, enxugar entre papel de filtro e secar a 100° na estufa.

Papel de sulfato de potássio — Solução aquosa saturada de SO_4K_2.

Papel de ferrocianeto de zinco. — $FeCy_6Zn_2$ (1) { Solução de SO_4Zn a 10 %. Solução de $FeCy_6K_4$ a 10 %.

1) Embeber os papéis na solução SO_4Zn
Tempo de imersão 10 minutos.
Enxugar com papel de filtro, secar na estufa até 100°. Deixar esfriar.
2) Embeber os papéis na solução de ferrocianeto de potássio.
Tempo de imersão 20 minutos.
Enxugar com papel de filtro e secar na estufa até 50°. Deixar esfriar.
3) Voltar a embeber na solução primitiva.
Tempo de imersão 10 minutos.
Enxugar com papel de filtro e secar na estufa até 50°. Deixar esfriar.
4) Mergulhar em água e lavar várias vezes até as águas de lavagem não darem a reacção de SO_4.
Enxugar com papel de filtro e secar na estufa até 50°
Guardar em frasco de vidro com rolha esmerilada.

Papel de sulfureto de zinco — SZn — Prepara-se dum modo absolutamente semelhante ao anterior.

Soluções { 1.ª — SO_4Zn a 10 %. 2.ª — SNa_2 a 5 %.

Nota — Tempo de imersão em SNa_2, 5 minutos.

Papel de cromato de bário CrOBa — Preparação como os anteriores.

Soluções { 1.ª Cl_2Ba a 10 %. 2.ª CrO_4K_2 a 10 %.

Papel de Xantogenato de Cádmio — Idem.

Soluções { 1.ª SO_4Cd a 10 %. 2.ª Xantogenato de potássio a 10 %

Papel de Quinalizarina

Solução: Dissolver 2 mg de quinalizarina em 2 ml de piridina, juntar 20 ml de acetona.
Embeber papel Whatman nesta solução e deixar secar ao ar.

***

Este tipo de laboratório será com facilidade adaptado a quaisquer outros fins, análise de águas, caracterizações de ligas metálicas, etc. — bastará para tal substituir alguns reagentes e algum material —; poderá ser aumentado ou simplificado conforme as necessidades.

Sob o ponto de vista económico pode dizer-se que é vantajoso quando se trate duma utilização intensiva; não será talvez aconselhável laboratório tão completo, para pesquisas ocasionais.

Para se fazer ideia da ordem de grandeza do seu custo. vai indicado o valor aproximado do material e reagentes empregados:

Cadinho de platina (com tampa)	1,200$00
Idem de prata	70$00
Idem de quartzo.	80$00
Colher de platina	500$00
Fio de platina	20$00
Almofariz de agata	300$00
Almofariz de Abich	60$00
Frascos para reagentes (com rolhas de vidro)	165$00
Maçarico a gasolina (portátil) .	80$00
Lupa.	25$00
Lamparina de álcool.	30$00
Pinça de metal	20$00
Material diverso (placa para gotas, cadinhos, pipetas, etc.) .	150$00
Papel para reacções de gotas . .	25$00
Carteira para papéis reagentes .	50$00
Estojos para almofarizes, etc. .	150$00
Caixa estojo de madeira, com tripé (1)	600$00
Total	3.525$00

O preço não é, pois... proibitivo, e o laboratório, uma vez montado, passará a funcionar com um dispêndio mínimo.

***

Trabalhando com o laboratório assim organizado e segundo as técnicas adiante indicadas, procedeu-se a uma série de pesquisas, especialmente sôbre minérios portugueses do Continente, cujos resultados estão resumidos nos quadros finais. Principalmente foi estudada a caracterização dos elementos com mais interesse e que mais correntemente se encontram naqueles; o problema das terras raras, bem como da prata, ouro, platina, alcalino-terrosos e alcalinos não foi encarado.

As amostras ensaiadas foram na sua maioria provenientes do Laboratório de Mineralogia do I. S. T., constituindo fragmentos de minérios «tal qual»; as outras

(1) Nas condições em que se prepara o papel, o composto formado é $Fe\ Cy_6\ Zn_2$ e não $FeCy_6\ Zn_2\ K_2$.

(1) Orçamento fornecido pela oficina de carpintaria do I. S. T.

foram provenientes do Laboratório de Análises do I. S. T. — em geral produtos de amostragem de minérios já concentrados.

As análises quantitativas apresentadas são deste último Laboratório.

II — NOTAS GERAIS SOBRE OS MÉTODOS E TÉCNICAS AQUI USADAS

Em micro ou semi-micro qualitativa utilizam-se reacções coradas nas quais intervêm certos compostos — na sua maioria compostos orgânicos — cuja principal característica é a grande sensibilidade. Em virtude disto são suficientes pequenas quantidades de substância ou de soluto para a caracterização. Daqui a simplicidade do material usado e das técnicas, que quase se resumem em misturar gotas de reagentes e de solução a ensaiar.

Algumas das reacções são específicas; muitas outras podem tornar-se específicas convertendo os elementos interferentes em complexos inactivos com o reagente; em casos concretos (como por ex.: o dos minerais, cujas associações se conhecem) não há por vezes a temer interferências; assim na grande maioria dos casos basta apenas fazer a pesquisa do elemento procurado sem a necessidade de proceder a separações — Neste facto reside uma das maiores comodidades da semi-micro análise. Mas ainda mesmo quando assim não acontece é fácil conseguir a separação trabalhando com pequenos volumes de líquidos e pequenos precipitados; basta empregar material adequado a esse fim e que é extremamente simples.

De resto todas as operações da mácro-análise são comuns à semi-micro, tomando porém um aspecto mais simplificado.

Não se fará aqui uma descrição de todas essas operações, mas apenas daquelas utilizadas neste trabalho e que são as de caracterização pròpriamente dita e as de dissolução (ataque).

I — OPERAÇÕES DE CARACTERIZAÇÃO

Em semi-micro qualitativa as reacções fazem-se em:

1) Tubos de ensaio.
2) «Godets» de placa de porcelana ou de vidro.
3) Directamente sobre a amostra a analisar.
4) Sobre gelatina ou papel embebidos de reagentes.

1 e 2) — A técnica consiste apenas em deitar por meio duma pipeta gotas da solução e do ou dos reagentes, e observar a mudança, o aparecimento ou desaparecimento da coloração, característica para cada caso.

3) — Em alguns casos basta lançar gotas de reagentes sobre a própria amostra sem a necessidade de solução — a cor produzida é suficiente para o reconhecimento; ou então pondo em contacto com as superfícies, papéis embebidos de reagentes (pag. 26).

O método aplica-se com vantagem na caracterização de revestimentos metálicos, minérios (Feig. loc. cit. (1)), etc.

4) — Reacções sobre papel

Sobre papel sem cinzas, embebido de reagente apropriado, coloca-se uma gota da

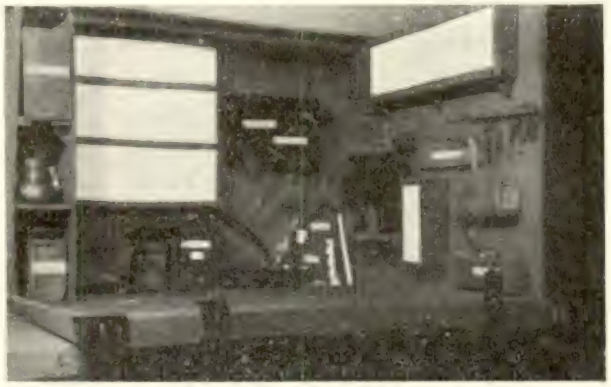


Fig. 1 — Interior do laboratório: Reagentes e todo o material ficam ao abrigo de poeiras. «Maquette» em papelão e cortiça

solução a estudar; o líquido difunde-se por capilaridade pelas fibras do papel, reage com o reagente que o impregna formando mancha corada.

O método tem bastante generalidade e grandes vantagens sendo uma das principais a de permitir a caracterização simultânea de vários elementos que reagem todos com o mesmo reagente; devido a desigual difusão

e possìvelmente a diferentes velocidades de reacção de cada um dos elementos realiza-se uma separação «automática» feita pelas fibras capilares e observa-se em vez de uma única mancha corada, manchas concêntricas características de cada um, ou auréolas coradas.

O processo a que se dá o nome de «separação capilar» é apenas eficiente para certas proporções relativas dos elementos, mas é útil em muitíssimos casos.

Há no entanto a notar, que quando se coloca uma gota sobre papel embebido de reagente solúvel em água (ou mesmo em alguns solventes orgânicos) acontece frequentemente que o próprio reagente é dissolvido ou arrastado por aquela até à periferia da gota, ficando demasiadamente diluído ou formando zona corada que se pode confundir com mancha proveniente da reacção (precipitação de ordem física devido a diferença de solubilidade).

O inconveniente evita-se pelo emprego dos papéis embebidos de

Reagentes insolúveis

Consegue-se um papel embebido de reagente insolúvel, provocando a sua precipitação sobre as próprias fibras do papel (ver adiante).

Esta variante tão engenhosa como cómoda, tem a grande vantagem de além de permitir uma separação capilar muito mais nítida — conseguem-se zonas perfeitamente distintas — tornar possível uma separação selectiva, porque regulam também agora a deposição, os produtos de solubilidade do constituinte do papel e do composto que se forma.

Assim, pelo emprego de vários papéis escolhidos convenientemente, é possível caracterizar vários elementos coexistentes em solução, sem recorrer aos métodos vulgares que, por simples que sejam, são sempre mais demorados.

Há ainda outro facto a favor dos papéis embebidos de reagentes insolúveis — a sua estabilidade que se verifica em grande número de casos, ao passo que os reagentes solúveis são na sua maioria instáveis (sais alcalinos especialmente).

Alguns papéis assim preparados podem durar três anos e mais, desde que estejam convenientemente guardados.

No caso presente, dum laboratório portátil — são bastante úteis devido ao pequeníssimo peso e espaço que ocupam.

Clarke e Hermance (5), ou autores deste aperfeiçoamento, usam para as soluções uma microbureta capilar, cuja extremidade assenta sobre o papel.

O líquido espalha-se assim simètricamente em relação ao «ponto» em que aquela toca no papel: os produtos da reacção (no caso de mais de um elemento) dispõem-se a partir do centro para a periferia por ordem de solubilidade crescente.

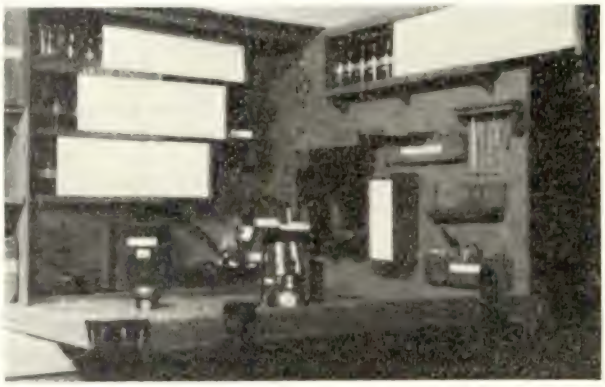


Fig. 2 — Interior do laboratório: as divisórias corridas mostram a bateria de reagentes. Depois de aberta, a tampa da caixa serve de «mesa».

A área da mancha corada fica assim muito menor do que quando se deixa cair uma gota sobre o papel. Seguindo este processo, não só a separação capilar é mais perfeita, como também se consegue para as reacções sensibilidade muito maior.

A microbureta possue um dispositivo apropriado que permite incliná-la com ângulo variável, sendo assim possível regular-se a velocidade de saída do líquido de acordo com a velocidade de reacção.

O aparelho é muito vantajoso especialmente para o estudo da sensibilidade duma reacção sobre o papel, permite com segurança a reprodutibilidade dos ensaios e pode servir ainda para fins semi-quantitativos.

No entanto para ensaios correntes não

convém aparelho assim tão delicado e difìcilmente transportável.

Procedendo anàlogamente, apenas com micropipetas capilares, como já anteriormente fora aconselhado por F. L. Hahn (6), é possível também obter muito bons resultados (até com soluções de concentração da ordem de 1/100.000 ou 1/1.000.000 ou mesmo mais — depende da sensibilidade da reacção).

A vantagem do uso das pipetas capilares para os casos correntes está em que não são tão delicadas, nem necessitam de ser lavadas; podem inutilizar-se depois do ensaio, tão fácil se torna construí-las (obtêm-se a partir de tubo de vidro estirado até tubo capilar e afilando este numa das extremidades).

É conveniente empregar uma pipeta do seguinte modo: apoiando-a constantemente sempre no mesmo ponto sobre o papel embebido de reagente, que prèviamente se deve ter colocado sobre uma lâmina de vidro, e conservando-a perpendicular àquele, ou inclinada conforme os casos — (fig. 3).

Atendendo aos factos anteriormente mencionados devem pois usar-se sempre pipetas (ou microburetas) capilares quando se realizam reacções sobre papel embebido de reagentes (quer insolúveis, quer solúveis).

As pipetas (e microbureta) enchem-se e esvaziam-se por capilaridades, esta propriedade pode aproveitar-se com vantagem para tirar gotas de líquidos sobrenadantes aos precipitados sem ser necessário recorrer a filtracão.

Note-se no entanto que se as soluções são turvas, e em especial quando o precipitado que está em suspensão é corado, é conveniente deixá-lo assentar ou centrifugá-lo se possível (o laboratório não está equipado para esse fim), fazendo em seguida a reacção, pois caso contrário dá-se uma filtração no próprio papel e todo o precipitado se deposita num ponto ocultando o próprio produto ou confundindo-se com o produto da reacção [1] (o que induz em erro).

[1] Em caso de dúvida fazer um «ensaio em branco» isto é, depositar o precipitado sobre papel não embebido. Verifica-se assim se a cor é devida a aglomeração deste ou não.

Quando o composto corado que se forma se difunde numa mancha mais ou menos espraiada não há a recear este inconveniente; é até cómodo utilizar o próprio papel para filtração.

A fig. 3 mostra um exemplo deste último caso: a determinação do estanho em presença do volfrâmio (Sn = 1, 25 %; Wo_3 = 69,5 %) sobre papel embebido numa solução aquosa de cacotelina — os óxidos azuis do tungsténio que se formaram por redução, depositam-se no centro; em volta do precipitado azul estende-se a mancha violácea resultante da reacção do estanho com a cacotelina.

Fig. 3 — Caracterização do estanho na wolframite (Sn — 1,25 %; WO_3 = 69,5 %) sôbre um «papel de cacotelina»; processo da pipeta capilar.

Papéis usados para as reacções

Papéis sem cinzas.

São, segundo aconselha F. Feigl, o papel Schleicher 989 de tarja azul e Whatman No. 120 (Feigl's Spot Tests Paper).

Devem usar-se cortados em rectângulos de pequenas dimensões (2 × 1,5 cm por ex.)

Preparação de papéis embebidos de reagentes

A) Reagentes solúveis (em água ou outros solventes)

Basta mergulhar o papel numa tina contendo o reagente em solução. A imersão deve ser feita ràpidamente, de modo que o líquido cubra o papel todo por igual. Dei-

xar este imerso durante 5 a 10 minutos e em seguida retirá-lo com o auxílio duma vareta e colocá-lo sobre papel de filtro vulgar, prèviamente lavado [1] com ClH (isento de Fe), enxugá-lo e secá-lo na estufa. A temperatura de secagem depende do reagente; se este se decompõe, deixar secar o papel ao ar (ao abrigo de poeiras).

B) Reagentes insolúveis.

Segundo a técnica de Clarke e Hermance (7):

1) Mergulhar ràpidamente o papel na solução dum sal dum dos constituintes do produto a depositar, de modo a que este fique molhado por igual.

2) Conservá-lo imerso entre 5 a 10 minutos.

3) Tirá-lo (por meio duma vareta) e colocà-lo sobre papel de filtro, enxugando bem.
   Em certos casos convém secá-lo na estufa.

4) Mergulhar o papel numa solução do outro constituinte do produto a formar, tendo sempre o cuidado. agora redobrado, de que a imersão se faça toda por igual.
   Caso contrário, o papel fica aos laivos correspondentes a absorções diferentes.

5) Conservar o papel imerso entre 10 a 15 minutos (conforme os casos) e proceder como em 3.

6) É conveniente, às vezes, voltar a mergulhá-lo na solução primitiva (se era esta que continha o catião).

7) Lavar muito bem o papel com água destilada corrente até que as águas de lavagem já não dêem a reacção do último líquido.

8) Enxugar com papel de filtro; secar na estufa ou ao ar.

Os papéis uma vez preparados devem guardar-se em frascos de vidro amarelo de rolha de vidro esmerilada. Deste modo é possível conservar alguns durante bastante tempo.

A preparação dos papéis é por vezes um pouco enfadonha, mas como se pode de cada vez preparar um número destes muito grande, e o seu emprego é muito vantajoso, fica assim compensado o trabalho e o gasto do tempo.

Em especial no caso dum laboratório portátil o seu emprego é muito útil devido ao pequeno espaço que ocupam.

Aqui, como atrás se disse, os papéis vão acomodados numa pequena carteira em sobrescritos de gelatina e esta encerrada numa caixa ao abrigo do ar, luz e humidade.

(1) Mergulhar o papel numa solução de ClH a 5 % e conservá-lo durante algum tempo — 12 horas, lavar o papel com água e por fim com água destilada até já não dar a reacção de Cl^-; secar na estufa.

***

O emprego dos papéis embebidos em reagentes é ainda extensivo aos ataques por contacto superficial sem ou com dissolvente:

Método de «impressão» (Printing)

Este método aplica-se em especial a superfícies planas.

O papel posto em contacto com a superfície é premido contra ela. — Ao fim de algum tempo obtém-se uma «impressão», cuja imagem corresponde à disposição das heterogeneidades. — O papel especialmente usado para este fim é o papel de gelatina (para maiores detalhes ver Feig. loc. cit.) (1)

Método de «Revelação» (Developing)

Muitas vezes não basta aplicar o reagente directamente sobre a superfície; torna-se necessário empregar primeiramente um dissolvente. Depois do ataque o papel é introduzido em reagente apropripado (ou se deitam gotas sobre ele); a reacção tem lugar nos pontos onde se deu o ataque; este é assim «revelado» e a posição das heterogeneidades fica conhecida.

Este processo tem grande vantagem para o estudo dos minerais (ver adiante).

II — ATAQUE

Exceptuando os casos em que o reagente se aplica directamente sobre as superfícies das amostras, quer por simples contacto quer por electrografia, o ataque faz-se como sempre empregando dissolventes ou fundentes se necessário.

Como porém são suficientes apenas alguns miligramas [1] de substância, os ataques são

[1] As tomas dependem da percentagem dos vários constituintes do mineral. Como aqui não se trata de investigar vestígios mas sim caracterizar os principais elementos, é mais do que suficiente empregar tomas da ordem de 1-2 mg.

pouco demorados[1]. — Em geral fazem-se em cadinhos e algumas fusões podem fazer-se em fio de platina — pérolas — ; exceptuando os casos de ataque por contacto.

Tal como habitualmente — depende do fundente utilizado — empregam-se cadinhos de porcelana, quartzo, platina e prata mas de dimensões adequadas aos ensaios (de 0,5 a 2 ml).

A) Ataque ácido por contacto

Muitas vezes com substâncias fàcilmente solúveis, basta rápida acção superficial — sendo assim os ataques podem fazer-se por «impressão» empregando um papel embebido de dissolvente ácido (exceptuando-se o ácido sulfúrico conc.)

Se as amostras a analisar têm as faces lisas é fácil obter um bom contacto; porém se as superfícies são angulosas — como nalguns minerais — torna-se então mais difícil.

Quando assim aconteça pode proceder-se do seguinte modo: sobre uma lâmina de vidro coloca-se um pouco de algodão hidrófilo e em seguida sobre ele o papel com o dissolvente — o papel fica assim almofadado — ; depois aperta-se todo o conjunto de encontro à superfície angulosa que se molda assim sobre aquele.

Pode ainda recorrer-se à pulverização se não importa inutilizar a amostra — e então é cómodo usar o seguinte processo que por abreviatura e analogia se pode designar por «sandwich»:

Sobre papel onde se deita uma gota de ácido espalha-se fina camada de minério; coloca-se o papel entre duas lâminas de vidro e aperta-se entre os dedos o tempo julgado necessário para o ataque.

Devem usar-se sempre os papéis sobre lâminas de vidro (de preferência parafinadas) para que não fiquem em contacto com os dedos não só porque poderiam ser contaminados, como também para que o operador não se queime com os ácidos concentrados.

Convém não empregar minerais muito finamente pulverizados; com alguns deles forma-se uma pasta que empregna de tal modo as fibras do papel que difìcilmente se pode eliminar em seguida.

Uma vez realizado um ataque é quase sempre necessário eliminar o excesso do ácido; no caso do papel aquece-se este sobre a lâmina de vidro ou sobre o vidro de relógio com pequena chama, ou se neutraliza o excesso expondo-o aos vapores de amoníaco.

Quando seguidamente se proceda à reacção é preferível fazê-la no lado do papel oposto ao que esteve em contacto com o mineral porque nem sempre é fácil eliminar por completo o resto do pó (isto em especial quando a coloração que se deve formar é da cor do pó).

Depois de se juntarem os reagentes o ataque é «revelado» aparecendo «pontos» ou manchas coradas nos lugares onde aquele se deu.

Os ataques por contacto ácido são muito vantajosos pois são dos mais rápidos e simples. Sòmente se torna um pouco mais difícil avaliar a possível quantidade de elemento caracterizado presente; esta quantidade será directamente proporcional ao tempo de ataque, mas depende tambem muito da superfície exposta à acção do ácido.

B) Electrografia

Neste método a «revelação» do ataque é quase simultânea com ele; daqui uma grande rapidez de análise. Porém o método não é aplicável a todos os minerais.

Dados os seus fundamentos, de natureza diferente da dos métodos anteriormente mencionados, o seu estudo é, a seguir, feito mais detalhadamente em capítulo especial.

---

[1] Quando se trata de caracterizar pequenas inclusões em rochas, às quais não seja possível aplicar o contacto ácido, pode fazer-se (no caso da substância ser fàcilmente solúvel) um ataque apenas pelo vapor ácido.

Para isso basta colocar o exemplar sobre um cadinho onde se ferve ~ 2 ml de ácido, durante 2 minutos.

Em seguida lava-se a inclusão com 1 ou 2 gotas de água, recebendo esta no «godet» da placa de gotas e fazendo a reacção.

É fácil improvisar outros métodos de ataque conforme os casos a considerar.

III — MÉTODO ELECTROGRÁFICO

É muito interessante este método aplicado por Jirkovsky [1] aos minerais. Consiste numa electrólise — na qual se dá a dissolução anódica ao mineral — seguida de reacção corada.

Os eléctrodos são constituídos pelo mineral a analisar (ânodo) e uma lâmina metálica (cátodo); entre os electrodos colocam-se papéis embebidos de reagentes: um com reagente apropriado à caracterização do elemento pesquisado (junto ao ânodo); outro embebido num electrólito (junto ao cátodo que serve de condutor da corrente), ver fig. 4.

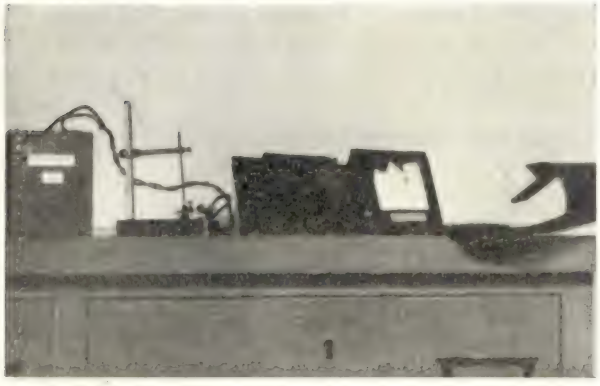


Fig. 4 — Dispositivo para electrografia. Junto encontram-se uma pilha seca e a «carteira» contendo os papéis embebidos de reagentes.

Uma pilha seca como a das lâmpadas de algibeira pode servir de gerador de corrente. Pela passagem desta, o metal do mineral deixa mancha corada característica sobre o papel com o qual fica em contacto. O processo é extremamente rápido, elegante e cómodo permitindo fazer uma caracterização sem que o exemplar fique inutilizado [2]; no entanto vários factores limitam o seu emprego.

A principal limitação é inerente ao próprio processo em si: a dissolução anódica.

Não parece simples a previsão (e a interpretação) da dissolução anódica no caso dum mineral.

Nas suas notas sobre o trabalho de Jirkovsky, F. Feigl apenas menciona os metais nos respectivos minérios que o autor conseguiu caracterizar e os reagentes empregados, sublinhando por fim que numa «mistura» de metais é o menos nobre que entra primeiro em solução.

Ignoramos se existe algum estudo mais pormenorizado do problema [1] e se no seu trabalho Jirkovsky se baseou sòmente em dados experimentais ou se partiu de considerações teóricas.

O processo de estudo aqui seguido foi semi-empírico e o problema sòmente tratado muito por alto: as condições experimentais foram um tanto precárias e o número de experiências muito reduzido para assunto tão complexo; de resto para se poder partir de base mais segura seria necessário conhecer os valores de certas constantes, que se supõe não terem sido determinadas para os minerais (potenciais de equilíbrio em relação às soluções, resistências específicas, etc.)

Logo que seja possível procurar-se-á fazer um estudo mais completo; as notas que adiante se seguem — pequeno complemento às citações anteriores — servirão apenas de orientação na aplicação do método aos vários casos a considerar.

***

Tendo já sido estabelecido paralelismo tão estreito entre as ligas metálicas e alguns minerais (7) no que respeita a várias das suas propridades físicas (curvas de solidificação, etc.), parece a «priori» admissível procurar paralelismo de comportamento no caso da dissolução anódica.

---

(1) Ao proceder à documentação não foi possível obter a revista «Chem. Zbl.», 1931, II, 1721», onde se encontra publicada a memória original de Jirkovsky; assim serviram apenas como elementos de referência as breves notas incluídas por Feigl no seu livro «Qualitative Analysis by Spot Tests», pág. 382.

(2) Devido às reacções secundárias que se dão no ânodo, a superfície de contacto é por vezes bastante atacada.

(1) O método electrográfico foi também aplicado por Glazunow e Jirkovsky e outros experimentadores ao estudo de ligas metálicas. As respectivas memórias originais encontram-se porém na mesma revista atrás mencionada.

Porém, mesmo para as ligas, não se conhece a «lei» que rege a dissolução, muitos sendo os factores que condicionam o fenómeno: a composição daquelas, a sua estrutura interna, tratamentos sofridos (térmico e mecânico), natureza do electrólito, densidade de corrente, etc.; e embora o assunto tenha sido largamente estudado, o que se conhece são estudos de aplicação a casos definidos.

Não parece mesmo haver possibilidade de estabelecer regra geral para o problema.

O caso dos minerais torna-se ainda mais complicado e não será também certamente possível definir um caminho geral.

Outra dificuldade se levanta ainda ao procurar a analogia entre um caso e outro: para as ligas a maioria das experiências foi feita em condições diferentes das do processo electrográfico e por isso não é lícito aplicar em absoluto as conclusões dessas experiências ao caso presente.

No entanto alguns pontos há com certa similitude e se os resultados obtidos para os minerais não podem com segurança ser interpretados do mesmo modo do que para aquelas, nada há porém à primeira vista, que contradiga a analogia.

Ao colocar em paralelo um campo e outro, não se ganhou, de facto, base segura de apoio, mas a semelhança procurada serviu por vezes de guia, sobretudo no caminho a seguir para a escolha das experiências.

Resumindo, embora abreviadamente, alguns resultados gerais sobre o comportamento das ligas:

Experiências feitas (8) com ligas binárias mergulhando numa solução dum sal dum dos seus metais — o mais electronegativo — e sem acção química sobre elas, mostraram que ligas constituídas pelos mesmos metais (em proporções diferentes) se podem comportar anòdicamente de várias maneiras: o seu potencial de equilíbrio pode ser «definido» pelo do menos nobre dos seus metais, pelo do mais nobre dos seus metais ou ainda tomar valor intermédio.

Estes casos correspondem ao modo por que os metais se encontram na liga. Assim considerando entre os principais, os casos mais simples:

1) A liga é formada por cristais «separados» (agregado de cristais) dos dois metais: o seu potencial de equilíbrio é igual ao potencial do metal menos nobre (a não ser que este exista na liga numa percentagem muito pequena).

2) Os dois metais formam um composto: o potencial de equilíbrio será em geral um valor intermédio dos potenciais dos dois metais.

3) Os dois metais formam «cristais mixtos» ou soluções sólidas: o potencial vai aumentando progressivamente à medida que o teor do metal mais electropositivo aumenta.

Portanto quando a dissolução anódica duma liga se dá reversìvelmente [1] o comportamento da liga depende não só da natureza e proporção relativa aos dois metais, como das fases em presença. Assim, se é constituída por uma só fase, dissolver-se-á como um todo único, variando o seu potencial de equilíbrio em relação à solução, com a percentagem do seu metal mais electropositivo; se é constituída por mais duma fase, a que primeiro se dissolve [2] será aquela cujo potencial de equilíbrio em relação à solução fôr o mais baixo.

Porém, acontece com algumas ligas formando cristais mixtos — e o facto é bastante geral — que para lá de certas proporções relativas dos dois metais a variação do potencial não segue a lei acima indicada: a liga comporta-se como o seu metal mais electropositivo. Este parece realizar acção «protectora» sobre o metal mais electronegativo. O fenómeno é atribuído por Tammann ao arranjo dos átomos na rêde cristalina.

A concentração «crítica» do metal mais nobre necessária para que aquela acção se dê depende no entanto da natureza dos metais e muito especialmente do agente de corrosão.

---

(1) A dissolução duma liga mergulhada num sal dum dos seus metais, sem acção química sobre ela, é um fenómeno reversível.

(2) O metal mais nobre não dissolvido forma por vezes «lamas» que têm acção «protectora» sobre o outro, impedindo a continuação da dissolução.

Ainda a acção protectora é menos acentuada nas ligas de baixo ponto de fusão do que naquelas de ponto de fusão mais elevado. Segundo Tammann, nas primeiras os átomos possuem certa mobilidade que enfraquece a protecção. Esta é igualmente diminuída pelo aquecimento ou por outra acção que modifique o estado interno da liga.

Quando porém a liga, ou o metal estão sujeitos a fenómenos irreversíveis, as condições de dissolução podem mudar completamente.

O processo de Jirkovsky está incluído neste último caso. Portanto se se pretender esclarecer os mesmos pontos mencionados nos casos anteriores, haverá que atender à diferença fundamental que separa daqueles o método electrográfico: trata-se nos primeiros de fenómenos reversíveis, ao passo que neste é geralmente uma transformação irreversível que se dá (formação de iões complexos, compostos insolúveis, etc.). Embora este facto seja importante não será, no entanto, o único a ter em atenção quando se considera aquele método.

Assim ao estudar o método electrográfico, ter-se-á de tomar em linha de conta:

1) Todos os factores que normalmente influenciam a electrólise
2) Acções dos electrólitos — nos quais estão compreendidos os factos acima citados
3) A natureza do ânodo.

No que respeita aos primeiros, nada há em especial a dizer.

Acções dos electrólitos — Primeiramente há a contar com as reacções que se passam sobre o papel embebido de reagente: aqui dá-se uma alteração no equilíbrio da dissolução, porque os iões resultantes da substância dissolvida, uma vez postos em presença doutros com os quais possam reagir para dar origem a complexos ou compostos «insolúveis» passam a ter de satisfazer a novas condições de equilíbrio impostas pelas respectivas constantes de dissociação e produtos de solubilidade.

Ainda há que pensar na possibilidade dos compostos que impregnam os papéis sofrerem eles próprios reacções secundárias (de oxidação por exemplo, visto encontrarem-se junto ao ânodo) e também, se forem condutores, a electrólise.

O ideal seria poder utilizar-se sempre papéis embebidos de reagentes tais, que lhes permitissem funcionar apenas como «diafragma detector». — Às vezes é possível atingir este caso ideal empregando compostos orgânicos não electrólitos e inertes perante as acções oxidantes nas vizinhanças do ânodo.—

Há ainda a atender a uma acção que se pode considerar de ordem «mecânica»: a formação, com toda a área de contacto, de compostos que não sejam condutores nem porosos e que portanto impeçam a dissolução de continuar. — Durante as experiências realizadas não se deparou porém nunca este caso.

Natureza do ânodo: Primeiro que tudo terá de ser condutor, o que no caso presente limita a aplicação do processo apenas a certos grupos de minerais.

Depois há a pensar que um mineral raramente é formado por um composto químico puro; quase pode dizer-se em absoluto que é sempre constituído por mais duma substância. Algumas porém são tão constantes lado a lado e em quantidades tais que quase não se podem considerar como impurezas sob o ponto de vista mineralógico, mas sim como constituintes dos próprios minerais. Estes possuem pois uma composição quase sempre «complexa»; além disto ainda as proporções relativas das substâncias que os constituem são variáveis.

É possível que o facto tenha influência sobre a dissolucão, mas é também natural supor que ainda sejam responsáveis pelo comportamento do mineral, a sua estrutura, o seu modo de formação, as acções sofridas.

Porém aqui surgem dúvidas e dificuldades grandes, naturais num problema tão complexo, às quais se junta ainda ignorância pessoal sobre o assunto.

O comportamento dum mineral perante a dissolução anódica ficaria completamente definido se fosse possível verificar:

1.º) Se quando da dissolução, apenas alguns elementos constituintes do mineral são dissolvidos ou se aquela é simultânea, e a dar-se a primeira hipótese, qual a ordem de dissolução seguida; se esta depende do modo por que esses constituintes se encontram no mineral.

2.º) Se a dissolução parcial, na hipótese de se confirmar, depende do agente de corrosão, da natureza dos constituintes ou das suas proporções relativas.

Foram pois estes pontos que se tentou esclarecer ao abordar o problema [1].

Com este fim realizou-se um pequeno estudo experimental, contudo muito incompleto e de modo algum se pretende com ele dominar o assunto. Porém o caminho seguido tem um carácter bastante geral, e se com segurança só se pode aplicar como base em casos semelhantes aos que foram analisados, poderá no entanto servir de indicativo no caso de se deparar com um comportamento diverso.

Ao procurar ponto de partida para escolha das espécies sobre as quais se realizaram os ensaios, encarou-se um mineral sob os três principais aspectos:

1) Formando um composto.

2) Formando soluções sólidas ou «cristais mixtos» — é o caso dos compostos isomorfos.

3) Um agregado cristalino de espécies diferentes — mais de uma fase. Mineral com inclusões.

Parece nem sempre haver distinção nítida entre os dois primeiros casos, mas muitos são os minerais que constituem séries contínuas isomorfas. Entre estes contam-se os silicatos que têm sido dos mais bem estudados mas tiveram que ser postos de parte devido à sua má condutibilidade.

Como exemplo de soluções sólidas escolheu-se o grupo dos sulfuretos complexos que obedecem à fórmula geral $4\ SR_2,\ S_3\ R'_2$ onde R pode ser Cu, Pb, Zn, Mn, Ag, Hg, Au, e mais raramente Ni eCo e R' é As, Sb ou Bi; e dentre estes, exemplares das séries dos sulfo-antimonietos de cobre e de chumbo.

[1] De facto, de início não houve outra intenção senão caracterizar os elementos com interesse em cada minério, mas uma aparente anomalia primeiramente verificada com um minério de cobre, conduziu a orientar as pesquisas em sentido diverso (de resto não contrário ao primeiro).

Ainda se fez em paralelo, a fim de poder obter resultados comparativos, o estudo dos minerais de cobre.

I) Estudo experimental

As experiências sobre os minerais foram realizadas nas seguintes condições:

1) Utilizou-se para a electrólise um dispositivo como mostra a fig. 4.

Eléctrodos — lâmina de alumínio (cátodo) e chapa de latão (anodo).

Electrólito — papel ou algodão hidrófilo embebidos (conforme os casos) em soluções saturadas de cloreto de potássio, sulfato de potássio ou nitrato de amónio, humedecidos no momento em que se fez o ensaio.

(Deve empregar-se algodão hidrófilo quando o pedaço de minério tenha uma fractura muito irregular; deste modo obtém-se melhor contacto — ver pág. 737).

Papel embebido de reagente — variável conforme o elemento a caracterizar.

Sempre que foi possível, empregaram-se papéis embebidos de reagentes insolúveis (e sempre humedecidos)

N. B. O produto de solubilidade do reagente que impregna o papel, deve ser maior do que o do composto que se vai formar.

No dispositivo de electrólise estes elementos foram distribuídos pela seguinte ordem (que deve ser a ordem habitual):

1.º Lâmina de alumínio (cátodo).
2.º Electrólito (papel ou algodão).
3.º Papel impregnado de reagente.
4.º Fragmento de mineral a ensaiar (anodo).
5.º Chapa de latão (anodo).

A posição desta última é regulada de modo a apertar todo o conjunto de encontro à lâmina de alumínio.

2) Submeteram-se aos ensaios sempre superfícies de fractura recente (quando se analisaram amostras compactas).

3) Usaram-se pequenos fragmentos de mineral depois de escovados e lavados com água.

4) Como gerador de corrente usou-se normalmente uma pilha seca de 4,6 V.

Quando se necessitou de maior tensão, utilizou-se uma bateria de acumuladores.

5) Densidade de corrente. Devido à rugosidade das superfícies expostas não se torna fácil avaliar a densidade de corrente. O que se fez foi variar a intensidade e observar os resultados obtidos com um mesmo fragmento.

6) Antes de se submeter qualquer amostra ao ensaio electrográfico foi primeiramente verificado se o «ataque» se dava já só por simples contacto — o que é frequente quando se utiliza o meio ácido. Todas as indicações que adiante se encontram dizem apenas respeito a uma dissolução anódica (excepto em casos especiais).

7) Note-se que de experiência para experiência não é nunca possível manter as mesmas condições: os fragmentos de mineral que se utilizam não são «talhados» de modo a apresentarem as mesmas dimensões e faces lisas; daqui uma área variável de contacto e bem assim a densidade de corrente; os papéis (e em especial o algodão hidrófilo) ao serem humedecidos absorvem, de cada vez, quantidade de água diferente, e, portanto, há variação na concentração dos iões em presença

Os resultados experimentais obtidos encontram-se resumidos nos quadros juntos.

Para maior facilidade de comparação e rapidez de consulta, as experiências não estão indicadas pela ordem por que foram realizadas, mas sim agrupadas as que dizem respeito ao mesmo exemplar.

As várias experiências indicadas para cada espécie mineralógica correspondem todas a fragmentos da mesma amostra, menos para a calcopirite para a qual se ensaiaram três amostras diferentes.

QUADRO N.º 1 — *Pesquisa de cobre (e de ferro)*

Caracterização feita pela côr dos respectivos ferrocianetos [1], castanho-avermelhado (ou rosado quando em muito pequena concentração) e azul

[1] Reacções muito sensíveis. Limites de dectetabilidade sobre papel de ferrocianeto de zinco: 0,05 γ de Fe^{+++} e 0,02 γ de Cu^{++} (obtidos com microbureta de Clark e Hermance e segundo estes autores) $\gamma = 10^{-6} = 1\ \mu g$.

I — *Dissolução na presença de reagentes capazes de originar compostos «insolúveis».*

a) *Faces macroscòpicamente homogéneas.* Ao observar o quadro, postas de parte a bornonite e a malaquite por fracos ou maus condutores, nota-se que todos os outros minérios, excepção feita para a calcopirite, formam ferrocianeto cúprico de cor normal, isto é, castanho-avermelhada. Na maior parte dos casos, a calcopirite forma por dissolução, a par de manchas azuis ou esverdeadas de ferro, manchas castanho-amareladas, ou castanho de tom «sujo» e perfeitamente diversas das manchas habituais do ferrocianeto cúprico.

Ainda no que respeita à bornite, a caracterização do ferro foi negativa.

Estes factos confirmados por umas poucas de experiências, fizeram de início atribuir o comportamento dos dois minerais à sua estrutura Sòmente não era compreensível porque no caso da calcopirite era o cobre que não se dissolvia, e no caso da bornite, tal acontecia com o ferro, uma vez que os principais constituintes destes minérios são considerados como um «composto molecular» (o que é natural dada a sua formação).

Porém ao proceder-se à repetição dos ensaios com a calcopirite, utilizando como habitualmente uma face recente e sem aspecto de alteração, encontrou-se resultado diferente dos anteriores: as cores naturais dos ferrocianetos férrico e cúprico, que por adição de ClH dil. foram progressivamente tomando os tons naturais cada vez mais acentuados; noutra experiência ainda, em que de início apenas se tinham formado colorações castanhas e esverdeadas, se notou modificação de cor, acentuada e nítida, ao fim de 1/2 a 1 hora, virando para as cores normais.

Isto veio provar que o cobre se pode dissolver originando ferrocianeto cúprico com a cor normal e também que a cor castanha obtida devia ser um composto de cobre. Realmente assim é: as manchas castanhas são «solúveis» em OHAm dando tom azulado, (por vezes muito ténue, devido possìvelmente a pequena concentração); porém

QUADRO N.º 1

Resultados das experiências para a pesquisa do cobre nos seus minérios por Electrografia

Minérios (Em fragmentos compactos)	Aspecto da face exposta (fractura recente)	Electrólito	Papel reagente impregnado de:	Tempo de electrólise	Intensidade da corrente	Mancha ou manchas coradas resultantes da electrólise	Reacções de «revelação» ou confirmação, feitas sobre o papel impregnado de reagente depois de submetido à electrólise	Caracterização		OBSERVAÇÕES
								Positiva	Negativa	
Bornite	Sem aspecto de alteração	«Papel de ClK»	Ferrocianeto de zinco (humedecido)	de ½ a 4 min	—	Intensa mancha castanho avermelhada	—	Cobre	Ferro	Resultados de várias esperiências realizadas com fragmentos diferentes da mesma amostra
	c/ aspecto de alteração	«Algodão de ClK»	»	~ 2 min	E = de 0 a 7,5 V I = subiu a 6 mA desceu a 3 mA	Manchas azuis e castanho-avermelhada	—	Ferro e Cobre		Fez-se variar E de 0 a 7,5 V A intensidade subiu a 6 mA quando E = 7,5 V e ao fim de alguns segundos desceu a 3 mA e manteve-se constante
	»	»	»	»	I = 2 mA E = 4,5 V	»	—	»		
	c/ veios de calcopirite	«Algodão de $SO_4 K_2$»	»	1 min	—	Só mancha castanho avermelhada muito nítida (em toda a superfície)	—	Cobre	Ferro	
	»	»	»	4 min		Manchas castanho-avermelhada e azuis	—	Cobre e Ferro		Ensaio feito com o mesmo fragmento anterior e expondo a mesma face
Bornonite (Exemplar de Cornwall)	s/ aspecto de alteração	«Algodão de ClK»	»	~ 5 min	—	—	—		Cobre Ferro	
	»	»	Ferrocianeto de zinco acidulado com ClH dil.	»	—	—	—	—	Cobre Ferro	
	»	»	Idem com ClH conc.	»	—	Leve mancha azul	—	Ferro	Cobre	
	»	«Algodão de $SO_4 K_2$»	Ferrocianeto de zinco (humedecido)	»	—	—	—		Ferro Cobre	
	»	»	Sulfureto de zinco	»	—	—	—		Cobre	
Calcopirite (Amostra N.º 1)	Brilhante; cor amarelo-latão	«Papel de ClK»	Ferrocianeto de zinco (humedecido)	½ a 1 min	—	Manchas misturadas azuladas, esverdeadas e castanho sujo	Juntando ClH a cor esverdeada passa a azul; a cor castanha mantém-se	Ferro Cobre?		
	»	»	»	~ 1 min		Marcando o contorno da superfície em contacto, «lama» esverdeada e acastanhada com reflexos metálicos Em volta mancha azul	Juntando ClH a cor esverdeada passa a azul; lavando a mancha azul com água, vê-se que a cor castanha se manteve inalterável	Ferro Cobre?		
	»	»	»	»	—	Idem ao ensaio anterior	Juntando Fe $Cy_6 K_4$ → intensa coloração azul A cor castanha mantém-se	Ferro Cobre?		
	»	«Algodão de ClK» (humedecido)	»	~ 3 min	E = 7,5 V I — subiu a 20 mA; ao fim de alguns segundos caiu a 6 mA	Mancha esverdeada, «lamas» e mancha azul	Ao fim de ~ ½—h depois do ensaio aparece cor vermelho-acastanhada	Ferro (Cobre)		
		»		~ 1 min	E = 4,5 V	Mancha castanho-amarelada «lamas» e manchas esverdeadas	As cores vão progressivamente virando para castanho-avermelhado e azul; são nítidas ao fim ~ ½ h a 1 h	Ferro (Cobre)		
	Com aspecto de alteração	»	»	~ 1 min	—	Manchas castanho-avermelhada e azul	—	Ferro Cobre		
	s/ aspecto de alteração	»	»	~ 1 min	—	Manchas castanho-amarelada e azul; «lamas» esverdeadas	Juntando OH Am a mancha azul passa a castanho (Fe); a mancha castanha desaparece (coloração azul muito leve) — Juntando ClH intensa mancha azul que depois de lavada com água deixa a descoberto mancha castanho-avermelhada nítida (Cu)	Ferro Cobre		
	»	Algodão de $SO_4 K_2$ (humedecido)	»	~ 1 min	—	«Lamas» verdes manchas azul vivo e castanho levemente para avermelhado		Ferro (Cobre)		
	»	»	Sulfureto de cádmio (humedecido)	~ 1 min		Mancha negra		Cobre		Sobre este papel apenas precipitam Hg, Ag, Bi, Pt, Au, Mo, (?), Cu
Calcopirite (Amostra N.º 2)	»	Algodão de ClK (humedecido)	»	~ 1 min	—	«Lamas» verdes com reflexo metálico; manchas castanho-amarelada e azul	Juntando ClH acentua-se a cor azul. Mantêm-se as manchas esverdeadas e castanhas	Ferro (Cobre)		
	»	»	»	~ 1 min		Idem ao anterior	Juntando Fe $Cy_6 K_4$ → a mancha azul torna-se mais intensa. A cor castanha mantêm-se inalterável.	Ferro (Cobre)		
	»	Algodão de $SO_4 K_2$	»	~ 1,5 min		Manchas intensas azul e castanho vivo «Lamas» esverdeadas	Juntando OH Am: Azul → castanho Castanho → azul (leve) Juntando ClH → azul intenso e castanho avermelhado nítido	Ferro Cobre		
	»	»	Papel de $SO_4 K_2$ (solução saturada)	~ 5 min	—	Coloração azul (Cu) rodeando precipitado gelatinoso acastanhado (Fe)	Juntando Fe $Cy_6 K_4$ → castanho avermelhado e azul	Ferro Cobre		
	»	Algodão de NO_3 Am (humedecido)	Papel de NO_3 Am (solução saturada)	~ 3 min	—	»	»	Ferro Cobre		
	c/ inclusões de galena	»	»	4 min	—	Coloração azul precipitado acastanhado rodeando precipitado branco (cuja posição corresponde à blenda)	Juntando Fe $Cy_6 K_4$ → azul e castanho avermelhado — (Cu e Fe). Lavando bem com água o pp. br. e juntando cloreto estanoso-iodeto de potássio → coloração alaranjada (Pb).	Cobre Ferro Chumbo		A galena ficou esbranquiçada; a calcopirite esverdeada (como habitual.º)
Calcopirite (Amostra N.º 3)	s/ alteração	Algodão de ClK ou de $SO_4 K_2$	Ferrocianeto de zinco (humedecido)	~ 1 min		Resultados análogos aos 3 primeiros da amostra N.º 2	Tal como nos primeiros ensaios da amostra N.º 2	Cobre Ferro		
	c/ inclusões de galena	«Algodão de ClK» (humedecido)	Cromato de Bário (humedecido)	~ 2 min		Manchas avermelhadas e amarelas		Cobre (Ferro) Chumbo		Os veios de galena, sobre a amostra ficaram «desenhados» a amarelo claro ($Cr O_4 Pb$)
Calcosina	—	«Papel de ClK»	Ferrocianeto de zinco (humedecido)	½ min		Mancha castanho-avermelhada		Cobre		
Covelina	—	»	»	»	—	»		Cobre		
Malaquite	»	»	»	5 min	—	—			Cobre	
Tetraedrite	»	»	»	½ min		Mancha de intensa cor castanho-avermelhada		Cobre		
Tenantite	—	»	»	½ min		»		Cobre		

QUADRO N.º 2

Resultados das experiências sobre os sulfoantimonietos de cobre e de chumbo (Electrografia)

Minérios (Em fragmentos compactos)	Aspecto da face exposta (fractura recente)	Electrólito	Papel reagente impregnado de:	Tempo de electrólise	Intensidade da corrente	Mancha ou manchas coradas resultantes da electrólise	Reacções de «revelação» ou confirmação, feitas sobre o papel impregnado de reagente depois de submetido à electrólise	Caracterização		OBSERVAÇÕES
								Positiva	Negativa	
Tetraedrite	S/ aspecto de alteração	«Papel de CIK» (humedecido)	Ferrocianeto de zinco (humedecido)	1/2 min	—	Mancha castanho-avermelhada	—	Cobre	Ferro	Elementos pesquisados depois da dissolução da amostra em $NO_3H + ClH$: Positivos — Cu, Sb, Zn, Fe; Negativos — Pb, Mn (?); Não pesquisados — Ag, Hg, Au, Ni, Co
	»	»	Rodamina B (solução aquosa saturada)	2 min	—	—	Juntando 1 gota de ClH conc. + NO_3K, aquecendo + 1 gota de rodamina → Mancha violácea	Antimónio		
			Tiocianeto de mercúrio + fluoreto de sódio	»	—	—	Juntando 1 gota de ClH conc. + 1 gota da solução de cobalto, etc. (ver técnica) → cor azul violácea (influência de Cu)	Zinco		
	»	»	Sulfureto de zinco (humedecido)	»	—	Mancha negra	Lavando a mancha negra com S_2Am_2 (pipeta capilar), o sulfosal destruído com ácido acético → nada	Cobre	Antimónio	
	»	«Algodão de SO_4K_2» (humedecido)	Sulfato de sódio (solução saturada) (humedecido)	»	—	Coloração azul (ião Cu++)	Juntando $Fe(Cy)_6K_4$ → pp. vermelho-acastanhado	Cobre		Nos três ensaios foi exposta sempre a mesma face
	»	»	»	»		»	Juntando 1 gota de ClH conc. + NO_3K, aquecendo + 1 gota de rodamina B → coloração violácea	Antimónio		
	»	»	»	»	—	»	Juntando 1 gota de ClH conc. + FNa + tiocianeto de mercúrio + etc. (ver técnica) → cor azul	Zinco		
Bornonite (Exemplar de Cornwall)	»	«Algodão de CIK» (humedecido)	Ferrocianeto de zinco (humedecido)	5 min	—	—	—		Cobre	Todos estes elementos, depois da dissolução da amostra em NO_3H conc., puderam ser caracterizados — A quantidade de chumbo parece ser superior à de cobre
	»	»	Rodamina B em solução aquosa saturada	»	—	—	Juntando ClH conc. e 1 gota de rodamina B → nada		Antimónio	
	»	»	Cromato de Bário (humedecido)	»	—	—	—		Chumbo	
Jamesonite	—	«Papel de CIK» (humedecido)	Rodamina B (solução aquosa saturada)	3 min	—	—	Juntando 1 gota de ClH conc. + 1 gota de rodamina + etc. → mancha violácea (muito leve) pouco nítido	Antimónio ?		
	»	»	Cromato de Bário (humedecido)	»	—	—	—		Chumbo	
Zinkenite (Amostra classificada como tal) (Origem desconhecida)		»	»	2-5 min	—	—	—		Chumbo	Nota — As zinkenites portuguesas do continente têm pequena quantidade de chumbo ~ 3 % Pb confirmado numa pesquisa por dissolução
		»	Rodamina B (solução aquosa saturada)	2 min	—	—	Juntando 1 gota de ClH conc. + 1 gota de rodamina → mancha violácea	Antimónio		
		»	Tiocianeto de mercúrio + fluoreto de sódio	»	—	—	Juntando 1 gota de ClH conc. + 1 gota da solução de cobalto, etc. → mancha azul	Zinco		

ao destruir o complexo amoniacal por ClH, aparece nítida a cor castanho avermelhada normal.

Estava assim pois demonstrado que na calcopirite o cobre também se dissolve anòdicamente, e posta de parte a ideia de inibição devida à estrutura do mineral.

Procurando ainda confirmar este resultado utilizou-se outro papel reagente — sulfureto de cádmio [1] — com o qual a caracterização foi imediata [2].

No que respeita à bornite, não é natural a reacção negativa para o ferro (umas poucas de vezes confirmada). No entanto, pode talvez supor-se que os fragmentos utilizados (dum dos extremos da amostra, que numa grande parte estava associada a calcopirite) não correspondessem já a bornite.

Atribuir esta anomalia à estrutura do mineral é hipótese que aqui se não justifica.

b) *Faces heterogéneas — com inclusões*

Apenas dois dos minérios em estudo apresentavam inclusões:

1) Calcopirite com galena (amostra n.º 3) — Papel de cromato de bário (ver quadro n.º 1).

Dos resultados obtidos não se pode com segurança concluir se se deu ou não uma dissolução conjunta de ambas as fases. Porém dado o aspecto que a face do mineral apresenta depois do ensaio é-se levado antes a supor que o cromato de chumbo (mancha amarela) teria resultado duma acção secundária do anião $CrO_4^{=}$ com o chumbo do ânodo, e que aparece «mecânicamente» sobre o papel devido ao contacto íntimo deste com o ânodo. Esta hipótese não contraria a possibilidade da dissolução; talvez mesmo se dêem os dois casos.

2) Bornite com calcopirite — Papel de ferrocianeto de zinco — O primeiro resultado obtido (t = 1 min) mostrou que apenas a bornite se dissolveu (não apareceu a cor do ferro da calcopirite); quando se aumentou o tempo da electrólise, então deu-se a dissolução das duas fases.

II) *Dissolução em presença de reagentes que não formam compostos insolúveis*

a) *Faces macroscòpicamente homogéneas*

1) Calcopirite (amostra n.º 2) — Em presença de NO_3Am e SO_4K_2 a dissolução é

---

(1) A reacção para o cobre, sobre este papel, é menos sensível do que a anterior.

(2) Sob o ponto de vista prático nada mais interessa uma vez que o método electrográfico conduz a caracterizar o cobre na calcopirite, permitindo assim rápida diferenciação da pirite.

Mas parece estranho o comportamento deste mineral em relação ao ferrocianeto de zinco, diverso do dos outros minerais de cobre. Embora as condições variem de experiência para experiência (ver alínea 7), o fenómeno repetiu-se muitas vezes e até mesmo com três amostras de calcopirite, o que indica pois que outra ou outras causas existem, independentemente das variações atrás mencionadas.

Com o electrólito inicialmente empregado — ClK — pode dar-se a descarga do anião Cl —, com libertação de cloro gasoso; é pois natural admitir que este provoque a oxidação do ferrocianeto de zinco a ferricianeto o que poderia explicar a cor castanha ou amarelada por vezes obtida (de ferricianetos cúprico e férrico). Note-se no entanto que a presença da celulose do papel, redutor que actua sobre os ferricianetos, contraria esta acção.

Substituição do electrólito: emprego de SO_4K_2 (os sulfatos decompõem os ferri em ferrocianetos). As cores que então se obtêm são mais próximas das normais; a do ferro em especial aparece nitidamente azul. Parece pois que a hipótese anterior tinha razão de ser; no entanto não explica a mudança de cor com o tempo, anteriormente observada.

Segundo Müller (ver Qualitative Chemical Analysis — Mc Alpine — Soule — 1933) a reacção do ferrocianeto de potássio com o sulfato cúprico dá origem a três compostos:

$(Fe\ Cy_6)_2\ Cu_3\ K_2$ — $Fe\ Cy_6Cu_2$ — $Fe\ Cy_6\ Cu\ K_2$ dos quais os dois primeiros são castanhos e o terceiro amarelo. As suas condições de formação são possìvelmente dependentes das proporções relativas de SO_4Cu e $FeCy_6K_2$. No caso presente poder-se-á pensar que se passa fenómeno semelhante com formação dum complexo de zinco e cobre, transformando-se lentamente em ferrocianeto cúprico castanho-avermelhado?

Observa-se fenómeno análogo quando se dá a precipitação de Hg sobre o papel de sulfureto de cádmio: forma-se um composto intensamente vermelho que em certas condições de acidez (?) se transforma lenta ou ràpidamente em sulfureto de mercúrio negro. Pode tratar-se de complexo de cádmio e mercúrio ou de forma alotrópica do sulfureto mercúrico. De facto, em solução nunca foi possível observar o fenómeno; mas sobre papel, dada a grande superfície de contacto realizada pelas fibras capilares, é natural que se dêem condições favoráveis a estes equilíbrios

positiva. — Com estes reagentes não se formam complexos de cobre ao contrário do que acontece com Cl^-.

2) Tetraedrite (Quadro n.º 2) — A dissolução do cobre também se dá (igualmente a do antimónio e zinco).

b) *Faces heterogéneas — com inclusões*

Calopirite com blenda (amostra n.º 2 — quadro n.º 1) — Sobre o papel de NO_3Am, a par de coloração azul (cobre) e precipitado gelatinoso amarelo $(OH)_3Fe$ (?), aparece precipitado branco; igualmente a inuclsão de galena se apresenta esbranquiçada.

No que respeita à calcopirite (ferro e cobre) é um facto a sua dissolução.

Quanto à galena: decerto que o precipitado branco que se nota sobre o papel é de SO_4Pb (confirmado pela reacção do cloreto estanoso — iodeto de potássio); mas porque com o nitrato o chumbo originaria um sal solúvel, deve atribuir-se a formação do sulfato à reacção secundária da descarga do anião NO_3^- sobre o ânodo (SPb) e o seu aparecimento sobre o papel deve pois ser de ordem mecânica.

QUADRO N.º 2 — *Estudo dos sulfoantimonietos*

I — *Dissolução em presença de reagentes capazes de originar compostos insolúveis ou iões complexos.*

Tetraedrite — Elementos caracterizados separadamente, isto é, cada um em presença do reagente respectivo): cobre antimónio e zinco.

Não se chegou a verificar se a dissolução é ou não conjunta por falta de reagente capaz de revelar simultâneamente os três, aqui não sendo de aconselhar o processo adiante seguido, de expor sempre a mesma face, porque este ficaria sujeito às acções secundárias de três reagentes diferentes. Todavia, na caracterização do zinco, a côr obtida mostra ligeira interferência de cobre, o que indica a dissolução simultânea, pelo menos destes dois elementos.

Procurando verificar o mesmo facto com cobre e antimónio utilizou-se como reagente, sulfureto de zinco, mas a reacção para este último elemento foi negativa, porém isto não prova em absoluto que a dissolução se não tenha dado, sendo então natural pensar-se em precipitação fraccionada devido a uma questão de proporções relativas dos 2 iões, — (note-se que os dois produtos de solubilidade são relativamente afastados).

No que respeita aos outros minerais: A bornonite há que pô-la de lado por má condutora.

Para a jamesonite fizeram-se muito poucos ensaios devido ao facto da amostra ser em pequena quantidade; os resultados são indecisos e não se torna fácil explicá-los.

Quanto à zinkenite, as caracterizações do antimónio e do zinco foram positivas, se bem que também não se tivesse averiguado da simultaneidade da dissolução.

Para o chumbo a reacção foi negativa, mas o facto parece ter a sua explicação, como adiante se verá.

II) *Dissoluções em presença de reagentes que não originam compostos insolúveis*

Apenas se ensaiou um dos quatro minerais, a tetraedrite, e se procurou o seu comportamento em relação à solução de sulfato de potássio.

Tal como acima se disse, não se torna fácil sobre o mesmo papel, adicionar os reagentes necessários à caracterização de cobre, antimónio e zinco. Então procedeu-se como indicado (ver quadro n.º 2). Os resultados foram todos positivos o que prova a dissolução simultânea destes elementos.

Aplicou-se ainda o método electrográfico a muitos outros minerais (quadros 3, 4 . .). O que se encontrou concorda dum modo geral com o que aqui foi observado; apenas uma anomalia: na cromite não foi possível caracterizar crómio quando no mesmo exemplar se conseguiu caracterizar magnésio e alumínio o que se pode atribuir a insuficiência da técnica empregada (utilizou-se como electrólito um oxidante procurando oxidar o cromio a $CrO_4^=$ e reconhecer este com a difenilcarbazida).

QUADRO N.° 2

Resultados das experiências sobre os sulfoantimonietos de cobre e de chumbo (Electrografia)

Minérios (Em fragmentos compactos)	Aspecto da face exposta (fractura recente)	Electrólito	Papel reagente impregnado de:	Tempo de electrólise	Intensidade da corrente	Mancha ou manchas coradas resultantes da electrólise	Reacções de «revelação» ou confirmação, feitas sobre o papel impregnado de reagente depois de submetido à electrólise	Caracterização		OBSERVAÇÕES
								Positiva	Negativa	
Tetraedrite	S/ aspecto de alteração	«Papel de ClK» (humedecido)	Ferrocianeto de zinco (humedecido)	1/2 min	—	Mancha castanho-avermelhada	—	Cobre	Ferro	Elementos pesquisados depois da dissolução da amostra em $NO_3H + ClH$: Positivos — Cu, Sb, Zn, Fe Negativos — Pb, Mn (?) Não pesquisados — Ag, Hg, Au, Ni, Co
	»	»	Rodamina B (solução aquosa saturada)	2 min	—	—	Juntando 1 gota de ClH conc. + NO_2K, aquecendo + 1 gota de rodamina → Mancha violácea	Antimónio		
			Tiocianeto de mercúrio + fluoreto de sódio	»	—	—	Juntando 1 gota de ClH conc. + 1 gota da solução de cobalto, etc. (ver técnica) → cor azul violácea (influência de Cu)	Zinco		
	»	»	Sulfureto de zinco (humedecido)	»	—	Mancha negra	Lavando a mancha negra com S_2Am_2 (pipeta capilar), o sulfosal destruido com ácido acético → nada	Cobre	Antimónio	
	»	«Algodão de SO_4K_2» (humedecido)	Sulfato de sódio (solução saturada) (humedecido)	»	—	Coloração azul (ião Cu++)	Juntando $FeCy_6K_4$ → pp. vermelho-acastanhado	Cobre		Nos três ensaios foi exposta sempre a mesma face
	»	»	»	»		»	Juntando 1 gota de ClH conc. + NO_2K, aquecendo + 1 gota de rodamina B → coloração violácea	Antimónio		
	»	»	»	»	—	»	Juntando 1 gota de ClH conc. + FNa + tiocianeto de mercúrio + etc. (ver técnica) → cor azul	Zinco		
Bornonite (Exemplar de Cornwall)	»	«Algodão de ClK» (humedecido)	Ferrocianeto de zinco (humedecido)	5 min	—	—	—		Cobre	Todos estes elementos, depois da dissolução da amostra em NO_3H conc., puderam ser caracterizados — A quantidade de chumbo parece ser superior à de cobre
	»	»	Rodamina B em solução aquosa saturada	»	—	—	Juntando ClH conc. e 1 gota de rodamina B → nada		Antimónio	
	»	»	Cromato de Bário (humedecido)	»	—	—	—		Chumbo	
Jamesonite	—	«Papel de ClK» (humedecido)	Rodamina B (solução aquosa saturada)	3 min	—	—	Juntando 1 gota de ClH conc. + 1 gota de rodamina + etc. → mancha violácea (muito leve) pouco nítido	Antimónio ?		
	»	»	Cromato de Bário (humedecido)	»	—	—	—		Chumbo	
Zinkenite (Amostra classificada como tal) (Origem desconhecida)		»	»	2-5 min	—	—	—		Chumbo	Nota — As zinkenites portuguesas do continente têm pequena quantidade de chumbo ~ 3 % Pb confirmado numa pesquisa por dissolução
		»	Rodamina B (solução aquosa saturada)	2 min	—	—	Juntando 1 gota de ClH conc. + 1 gota de rodamina → mancha violácea	Antimónio		
		»	Tiocianeto de mercúrio + fluoreto de sódio	»	—	—	Juntando 1 gota de ClH conc. + 1 gota da solução de cobalto, etc. → mancha azul	Zinco		

II) Conclusões

Ao aplicar-se o processo electrográfico, o problema foi encarado sobre dois aspectos: o ponto de vista prático com o objectivo apenas de reconhecer o ou os elementos da espécie estudada (principalmente aqueles de valor económico); um ponto de vista mais geral — o caso teórico. Decerto que não são dois problemas diferentes, mas uma sobreposição, o primeiro estando compreendido neste último; não há portanto separação de resultados.

No entanto ao procurar «conclusões» há que distinguir os dois aspectos porque os interesses de cada um são diferentes: o segundo pretende servir o primeiro fornecendo-lhe caminho rápido e seguro, mas tem «exigências» para poder construir esse caminho; ao primeiro, uma vez assegurada a confiança, basta-lhe apenas saber por onde deverá seguir.

No que respeita às «exigências daquele, que se traduzem pela necessidade de demonstração segura de efeitos e respectivas causas, o estudo realizado não as pôde satisfazer porque foi muito incompleto; assim toda a dúvida é preferível a afirmações baseadas em hipóteses que embora admissíveis não puderam ser nìtidamente verificadas.

Analisando os casos observados, parece poder dizer-se que se encontram incluídos nos seguintes casos gerais:

1) *A dissolução duma só fase (composto ou solução sólida) dá-se tal como se fosse constituida por um todo único (como acontece com as ligas).*

Este facto foi verificado bastantes vezes quer em presença de reagentes com os quais se não dá reacção, quer em presença de reagentes com os quais se formam compostos insolúveis, etc.

Porém encontraram-se algumas excepções, ferro, tetraedrite, na bornite (?), chumbo ou zinkenite, blenda ([1]) (ver quadros finais), etc.

([1]) Poder-se-á considerar a amostra estudada como solução sólida dos sulfuretos de zinco, antimónio e chumbo, ou como uma mistura «mecânica»? Macroscòpicamente não se notava heterogeneidade.

O resultado negativo para o chumbo parece no entanto explicável. Com tempos de electrólise da ordem de 1 — 5 min. a quantidade de elemento dissolvida será pequena, donde sòmente em presença de reagente de sensibilidade adequada a reacção será positiva (reacção utilizada neste caso — papel de CrO_4Ba — tem sensibilidade pequena).

Lembrando o que foi observado para as ligas poder-se-ia atribuir os resultados negativos a qualquer acção «protectora», porém nada há que possa provar esta hipótese, a explicação anterior sendo mais plausível.

2) *Dissolução de mais de uma fase*

Poucos foram os exemplares ensaiados e os resultados apresentam-se indecisos. Mas um caso houve em que se notou uma dissolução não conjunta de ambas as fases) Quadro n.º 1 bornite com calcopirite). Este resultado por si só nada representa mas mostra que é possível dar-se o caso (geral para as ligas): *Quando existe mais duma fase, uma delas tende primeiro a dissolver-se* o que leva a supor a possibilidade de se encontrarem outros semelhantes.

Aqui no entanto as coisas passaram-se dum modo um pouco diferente do que sucede com as ligas. O que se verificou de início foi uma dissolução parcial (t = 1 min. só cobre) seguida de dissolução conjunta (t = 4 min. ferro e cobre). O resultado foi porém obtido em presença dum reagente com o qual elementos de ambas as fases reagiam; pode pois atribuir-se ao agente de corrosão. Ainda é possível admitir potências de equilíbrio suficientemente próximos de ambas as fases.

No que respeita à ordem por que a dissolução parcial se deve dar, nada se pode prever, não sendo lógico seguir a série electroquímica dos metais; o que deve regular a dissolução (aparte as acções de corrosão) será o potencial de equilíbrio de cada fase e esta é um «composto» em cuja molécula o metal está incluído.

No que respeita aos outros exemplares observados, pode admitir-se que se tenham dado reacções secundárias, não se sabendo

a que atribuir os resultados, se aquelas se à dissolução. Pràticamente, isto é sem importância uma vez que o reconhecimento é possível. De resto o facto demonstra a influência que tem sobre o fenómeno, o reagente utilizado.

Quanto ao lado prático há que encará-lo doutro modo: as incertezas apontadas não o afectam a não ser neste sentido, de condicionarem a generalidade das conclusões.

O método electrográfico tem especialmente a seu favor ser um dos processos mais rápidos de caracterização e embora só se possa aplicar aos minerais bons condutores, é útil em muitos casos. Não parece no entanto recomendável para pesquisar «pequenas» quantidades.

Ao aplicá-lo dever-se-á atender a todos os pontos atrás mencionados sem pôr no entanto de lado a possibilidade de deparar com minerais de comportamento diferente.

(Continua)

PUBLICAÇÃO N.º 3 DO CENTRO DE ESTUDOS DE ENGENHARIA CIVIL

ESTACAS PARA FUNDAÇÕES

PELO ENG.º CIVIL FERNANDO VASCO COSTA
Assistente do I. S. T. e Boiseiro do I. A. C.

624.154/5

(Continuação)

CAPITULO II

Estacas de betão

11 — Generalidades

Na sua grande duração, mesmo quando sujeita a alternativas de secura e humidade, reside a principal vantagem da estaca de betão. Esta vantagem justifica e até impõe o seu emprego, em substituição da estaca de madeira, nas obras marítimas e fluviais com caracter definitivo, tais como desembarcadouros, pontes-cais, etc.

A estaca de betão, quando bem executada, resiste a essas alternativas melhor do que a estaca de aço normal.

Por ser o betão um material que se começou a empregar em estacas há poucas dezenas de anos, ainda não sabemos, com segurança, se o seu comportamento, quando permanentemente debaixo de água, será comparável ao da madeira.

A vibração do betão, por lhe dar compacidade e permitir uma melhor protecção das armaduras, deve contribuir para aumentar consideràvelmente a duração das estacas. Nas obras do novo Arsenal do Alfeite foi vibrado o betão de todas as estacas cravadas nos ultimos anos.

Mediante a aplicação de tensões prévias ás armaduras, é de admitir que, mesmo nas piores condições, se consiga uma protecção contra a ferrugem, capaz de assegurar às estacas uma duração pràticamente ilimitada.

Julgamos, no entanto, que ainda não foi tentada a aplicação de tensões prévias às armaduras das estacas.

Em lugares onde seja de recear um abaixamento do lençol aquífero, quer de origem geológica quer para atender a necessidades construtivas, há geralmente vantagem no emprego de estacaria de betão, em vez de estacaria de madeira (ver parágrafo 5).

Se o lençol aquífero se encontrar a uma cota muito inferior á do terreno, pode acontecer que, pelo emprego de estacas de betão, se consiga, além duma redução no tempo de execução da obra, notável economia nos volumes de escavação e de alvenaria.

Assim, por exemplo, no caso da fig. 15, em que se faz a comparação entre duas fundações, uma sobre estacas de madeira e a outra sobre estacas de betão, por não haver necessidade, para estas últimas, de cortar as cabeças das estacas à cota do lençol aquífero, pode-se poupar grande volume de escavação e alvenaria.

Possibilidade da redução dos volumes de escavação e de construção pelo emprego de estacas de betão.

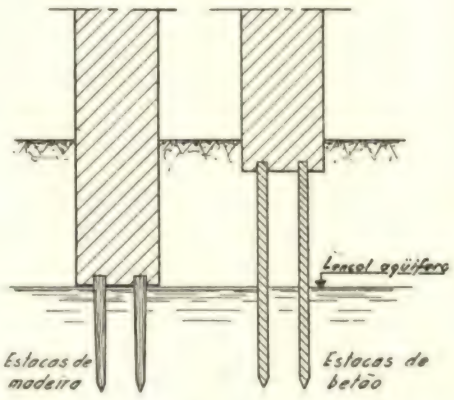


Fig. 15

É também notável, especialmente nos países que, como o nosso, não dispõem de boas madeiras, a vantagem que representa a possibilidade de se fabricarem as estacas de

betão com qualquer secção e qualquer comprimento desejado.

Mediante o emprego de estacas de grandes dimensões, geralmente ocas, teem-se conseguido executar fundações que, de outro modo, teriam requerido o afundamento de caixões de ar comprimido ou de poços por «havage».

Àcerca do emprego de estacas de betão com dimensões excepcionais, consulte-se «Concrete London» 1932, n.º 2; Colberg (1926, pag. 376) e Schaper (1924).

A — Estacas betonadas em estaleiro

12 — Suas vantagens e inconvenientes

Estas estacas designam-nas os ingleses por *Pre-cast piles,* os alemães por *Fertigpfaehle* e os franceses por *pieux fabriqués d'avance.*

A sua grande vantagem, em relação às estacas betonadas no solo, reside na boa

Fig. 16 — Estacas para uma ponte cais. Por se ter pretendido a mesma nega para todas as estacas, as suas cabeças ficaram a cotas diferentes. A estaca do primeiro plano teve de ser acrescentada.

Fot do A.

qualidade e na facilidade de controle do betão fabricado (ver parágrafo 13).

Sempre que se empreguem estacas betonadas em estaleiro, há necessidade de, prèviamente, com o maior cuidado, estudar bem o terreno. Se tal for viável, convirá mesmo cravar algumas estacas de ensaio, com o fim de determinar, com a maior precisão possível, o comprimento estritamente necessário a dar às estacas. O corte da parte da estaca que tenha ficado fora do terreno é sempre um trabalho moroso, de difícil execução, e os troços cortados raras vezes encontram aproveitamento na obra (figs. 16 e 17).

Desde que seja elevado o número de estacas a cravar, pode geralmente orientar-se a cravação de modo a obviar àquele pequeno inconveniente. Para tal, bastará betonar, de princípio, um grupo de estacas com comprimentos variados e, conforme as indicações da cravação e necessidades da obra, ir betonando, com o comprimento adequado, as novas estacas.

O acrescentamento das estacas que se tenha verificado serem curtas é possível. Basta desmontar a cabeça da estaca, pôr a descoberto a armadura, prolongar esta no comprimento necessário e proceder a nova betonagem.

Esta operação, se bem que demorada e prejudicial para a organização do estaleiro, já tem sido repetidas vezes empregada com sucesso (Grove 1935).

Os americanos, com o fim de poupar o trabalho de desmonte do betão da cabeça das estacas, empregam capacetes especiais, que permitem a cravação das estacas com as armaduras saindo da cabeça das mesmas.

Esses capacetes teem furos, dentro dos quais se enfiam os varões longitudinais da armadura (ver parágrafo 35-19).

Como o betão não é material muito adequado para suportar a cravação, esta deve ser sempre executada com cuidado nos terrenos rijos ou heterogéneos (ver parágrafo 20).

Há grande vantagem, sempre que o terreno o consinta, em levar as estacas ao seu lugar por injecção de água. O emprego deste processo é quase indispensável nas areias muito compactas, ou quando se empreguem estacas com dimensões excepcionais (ver parágrafo 38).

Em livros da especialidade é apontada, como inconveniente das estacas betonadas

em estaleiro, a necessidade de deixar decorrer 3 a 4 semanas entre a betonagem e a cravação. As estacas betonadas no solo permitem continuar a construção logo após a betonagem da estaca. Este inconveniente é fácil de remediar, se o número de estacas for elevado, mediante uma adequada organização de estaleiro. Julgamos, por esse motivo, que ele não deve influir na escolha do tipo de estaca a empregar: se betonada em estaleiro ou no solo.

Nalguns países há firmas que fabricam, e dispõem em armazém, prontas para emprego imediato, estacas betonadas em estaleiro dos tipos mais correntes.

Encontra-se nessas condições a firma londrina «Stant Precast Concrete Limited», que costuma anunciar no «Jour. of the Inst. of Civil Engrs.»

Para reduzir o tempo de armazenagem das estacas já se tem recorrido, na América, à acção do vapor de água, como meio de activar o endurecimento do betão (Hool 1943, pág. 178).

O emprego de cimentos de presa rápida também pode ser aconselhado com o mesmo fim.

13—Vantagens do betão fabricado em estaleiro

A qualidade do betão nas estacas betonadas em estaleiro é superior e oferece muito maior confiança do que nas estacas betonadas no solo.

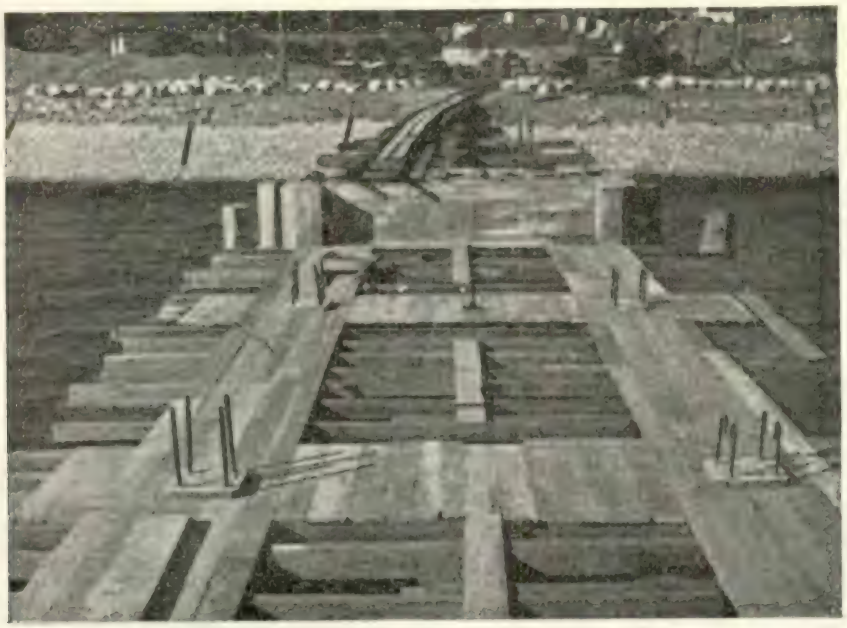


Fig. 17 — As estacas da fig. 16 foram cortadas à cota conveniente e os varões postos a descoberto para assegurar uma boa ligação à parte restante da construção

Fot. do A.

Como o betão é colocado directamente dentro dum molde horizontal bem à vista de quem dirige o trabalho, não existe perigo de os materiais se separarem, como pode suceder nalguns tipos de estacas moldadas no solo, em que o betão é deixado cair de grande altura dentro dum molde vertical (ver parágrafo 23 e fig. 30).

Fig. 18 — Estaleiro de armaduras

Num estaleiro bem organizado as estacas fabricadas apresentam a regularidade de fabrico de qualquer produto industrial pro-

Fig. 19 — Vista de um estaleiro de estacas no Alfeite

Fot. do A.

duzido em série (figs. 18 e 19). Qualquer irregularidade acidental de fabrico é imediatamente notada, e a estaca regeitada.

As irregularidades de fabrico, sempre de temer nas estacas betonadas no solo, podem consistir quer na presença de vazios provenientes da má distribuição dos inertes na massa do betão, quer na deslocação da armadura para fora do seu lugar, deixando os varões de estar protegidos pelo betão.

Durante o transporte e durante a cravação, uma estaca de betão armado é sujeita a grandes esforços. Estes denunciarão, fatalmente, os defeitos de fabrico da estaca, pelo menos os mais graves. É necessário que a estaca se encontre quase completamente afundada para um acidente de cravação poder passar despercebido.

Só depois de desenterrada podemos ajuizar da qualidade de uma estaca betonada no solo. E mesmo que numa estaca desenterrada o betão se apresente com bom aspecto, não podemos concluir, dada a irregularidade com que são fabricadas, que nas estacas vizinhas não existam graves defeitos.

Esses defeitos, por mais graves que sejam, só serão notados se acaso a fundação vier a dar de si.

O fabrico de estacas em estaleiro oferece ainda a vantagem de, na compactação do betão, se poder empregar a vibração (fig. 20). Como é bem sabido, a vibração, que tão boas qualidades dá ao betão, é uma operação muito melindrosa, capaz de provocar a separação dos materiais se for mal executada. Dentro de um tubo de pequeno diâmetro, e com vários metros de altura, como sucede nas estacas betonadas no solo, a vibração é, forçosamente, uma operação difícil de controlar.

Fig. 20 — Fabrico de estacas vibradas

Fot. do A.

Outra vantagem das estacas betonadas no estaleiro, em relação às betonadas no solo com molde retirado, reside no facto de nelas o betão só ser posto em contacto com o terreno muito tempo depois da betonagem. Alguns terrenos e águas friáticas são quìmicamente agressivos. O betão fresco é muito susceptível de ser por eles atacado.

O betão com algumas semanas de idade passa a resistir muito melhor.

Sempre que haja dúvida àcerca da agressividade do terreno, só se devem, por esse facto, cravar estacas com muito tempo de betonadas.

14 — Tipos usuais de estacas fabricadas em estaleiro

As estacas fabricadas em estaleiro são quase sempre macissas, de secção quadrada com os cantos truncados, munidas de uma armadura longitudinal composta por 4 ou 8 varões, com o diâmetro 5/8″ a 1″ 1/4, e de uma armadura transversal constituída por estribos afastados entre si 8 a 30 cm e com diâmetro muito variável.

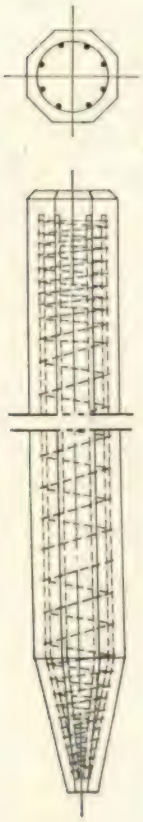


Fig. 21 — Estaca de secção octogonal

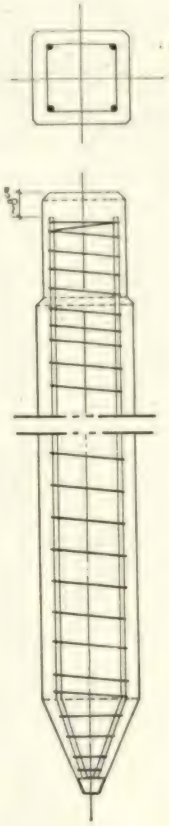


Fig. 22—Estaca de secção quadrada

Os varões longitudinais são geralmente escolhidos a partir das solicitações a que a estaca é submetida durante a sua suspensão e transporte (ver parágrafo 20).

Os estribos devem ser escolhidos de acordo com a grandeza da carga que a estaca tenha a suportar. Os seus diâmetros e espaçamentos são fixados justamente como para as colunas de betão. Em vez de estribos isolados, constituídos por varões curtos, é usual empregar uma armadura helicoidal envolvendo os varões longitudinais, com um passo igual ao afastamento desejado para os estribos (figs. 21, 22 e 23).

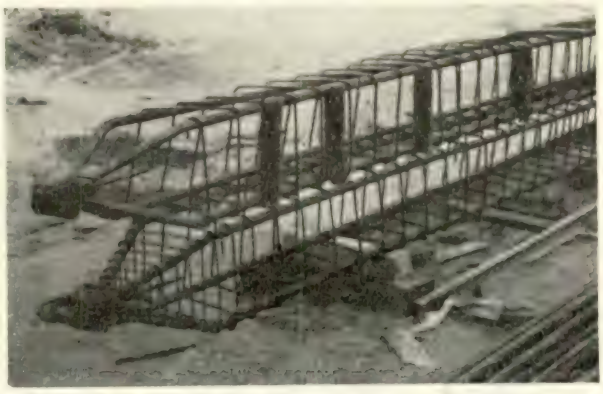


Fig. 23 — Armaduras para estacas. Na de cima, ainda não terminada, veem-se as bitolas que servem para a montagem

Fot. do A.

É da armadura transversal que depende, essencialmente, a aptidão da estaca para resistir aos choques do pilão durante a cravação.

Embora muitos construtores dispensem a colocação de ponteiras de aço, é de aconselhar o seu emprego, mesmo para a cravação em areia, especialmente se misturada com esta se encontrarem calhaus.

É prática péssima, embora muito seguida, dobrar as extremidades dos varões longitudinais junto à cabeça da estaca. Para resistir aos esforços de cravação, convém, pelo contrário, cortá-los de topo e a uma distância de cerca de 8 cm da superfície do betão (fig. 22).

Com o mesmo fim, convém dispor os estribos mais juntos nas extremidades da estaca (figs. 21, 22 e 23).

Além da secção quadrada, também se adoptam para estacas as secções sextavada, oitavada e mesmo a circular.

15 — Estacas ocas de betão

Quando há necessidade de empregar estacas de grande comprimento, em vez da secção quadrada macissa, adopta-se geralmente a secção circular oca.

Deste modo consegue-se baixar o peso da estaca para limites que permitem um transporte fácil e a cravação com os bate-estacas usuais. Depois de cravada, enche-se geralmente o interior da estaca com betão magro.

Consoante a natureza do terreno, assim se deve, ou não, empregar ponteiras nas estacas ocas.

A ponteira tem a vantagem de evitar a entrada de materiais para dentro da estaca durante a cravação.

Nos terrenos cuja estrutura pode ser alterada pela presença das estacas, é preferível a cravação sem ponteira.

Assim se evita, em grande parte, que as estacas comprimam e desloquem o terreno. A sua cravação é também muito mais fácil e regular. Na ponte de Lidingo (Schaper 1924) só foi possível proceder à cravação das grandes estacas ocas, previstas para os pilares, depois de se lhes terem suprimido as ponteiras.

Independentemente das vantagens referidas — redução do peso nas estacas com grandes dimensões e possibilidade de cravação sem alterar a estrutura do terreno — as estacas ocas também têm sido empregadas com dimensões normais por alguns construtores, que para elas desenvolveram processos especiais de fabrico.

Um dos mais curiosos consiste na centrifugação do betão dentro de um molde redondo, justamente como é empregado no fabrico de tubos para canalização. A centrifugação permite obter um betão muito denso, capaz de bem resistir à acção da água do mar (Dean 1935, pág. 57 e Santarella 1936, pág. 219).

16 — Estacas de secção triangular

Para aproveitar o mais possível o atrito lateral, convém, segundo Kichne (1942), usar estacas de secção triangular em vez de estacas de secção quadrada.

Consegue-se deste modo para igualdade de consumo de materiais, um aumento de quase 14 % na superfície da estaca. O momento de inércia da secção transversal também vem aumentado em 16 %, o que parece ser vantajoso para efeitos de resistência à encurvadura durante a cravação.

O módulo de resistência $\left(\frac{I}{V}\right)$ vem diminuido de 7 %, motivo pelo qual se não deve adoptar a acção triangular quando as estacas sejam destinadas a trabalhar à flexão. A estaca de secção triangular exige, por este motivo, maiores cuidados ao ser manobrada no estaleiro do que a estaca de secção quadrada.

Afim de evitar arestas muito vivas, como aliás é uso corrente para as estacas de secção quadrada, convém truncar os cantos.

A betonagem de estacas de secção triangular é muito cómoda de realizar em série. Como a descofragem é sempre fácil, os moldes conservam-se muito bem.

Segundo experiências realizadas por Engel em 1896, nas estacas com secção arredondada obtém-se maior atrito com o terreno do que nas estacas com faces planas.

A ser, de facto, assim, a vantagem da maior superfície das estacas com secção triangular ficaria em grande parte perdida.

Os estudos sobre formas de estacas feitos até hoje não permitem um juizo definitivo sobre o assunto.

17 — Estacas com base alargada por injecção

Um interessante tipo de estaca com cabeça alargada por injecção foi descrito por Lang (1935) num artigo de revista. Antes de cravada, a estaca distingue-se apenas das estacas vulgares por ter no seu interior um tubo que a atravessa em todo o comprimento.

Depois de a estaca ter sido cravada, injecta-se no terreno, através do tubo, um material aglomerante. Deste modo consegue-se dar à estaca, à cota da ponteira, um bom apoio no terreno.

Mediante feitio especial da ponteira, de forma a assegurar uma perfeita ligação

ao alargamento, estas estacas devem poder servir para estacas de tracção.

18 — Tipos patenteados de estacas

É grande a variedade de tipos de estacas patenteados pelos construtores. Colberg (1936, pág. 351) apresenta quase uma dezena desses tipos, na sua maioria caracterizados pelas armaduras adoptadas.

Embora julguemos que o tipo usual da estaca, descrito no parágrafo 14, é o que quase sempre convém adoptar, faremos referência a três tipos curiosos de estacas patenteadas.

18-1 — Estaca Hawcube

É constituída por pequenos troços, com 2 a 3 metros de comprimento, tendo cada um deles um encaixe no topo superior e uma espiga na extremidade inferior (Fig. 24) Os troços vão-se enfiando uns nos outros à medida que a cravação progride.

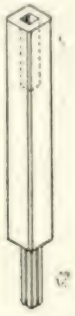


Fig. 24 — Troço de estaca Hawcube

As vantagens desta estaca são:

1) Possibilidade de cravação onde não haja altura disponível para colocar ao alto uma estaca inteira.

2) Facilidade de transporte, dado o reduzido comprimento e peso de cada troço.

Esta estaca é executada pela firma inglesa Holland & Hannen and Cubitts Ltd. (Dean 1935, pág. 49).

18-2 — Estaca Mega

Esta estaca tem de característico o seu processo de afundamento no terreno: a prensagem. Só pode, por esse facto, ser utilizada onde se disponha de elementos capazes de receber a reacção da prensa. Daí o ser empregada na consolidação de fundações.

A estaca é constituída por troços que se vão enterrando, um após outro, justapostos, até se conseguir o comprimento desejado (Dean 1935, pág. 55).

Um interessante trabalho de melhoria de fundações mediante o emprego de estacas deste tipo foi descrito por Boveroulle (1939).

A estaca Mega é fabricada pela firma Franki.

18-3 — Estaca HBT

Trata-se duma estaca betonada em estaleiro, munida duma espécie de barbatanas que, por meio duma carga explosiva, se fazem abrir depois da estaca ter sido cravada.

Pretende-se, deste modo, aumentar a capacidade de carga da estaca. («Génie Civil» de 18 de Maio de 1940 — Transcrição do «De Ingenieur», 1 de Dezembro de 1939).

19 — Transporte das estacas de betão

As armaduras longitudinais, como atrás ficou dito (parágrafo 14), são geralmente fixadas a partir das solicitações a que as estacas são sujeitas durante o transporte. Como as estacas são betonadas ao baixo e geralmente transportadas deitadas, devem ser calculadas para resistir, nessa posição, aos esforços de flexão devidos ao seu peso próprio. No cálculo convém entrar com uma carga uniformemente distribuida um pouco superior ao peso próprio, para ter em conta pequenas acções dinâmicas.

É vantajoso colocar a mesma armadura em todas as faces da estaca. Deste modo se evitam acidentes se a estaca for suspensa tendo para cima uma face diferente da prevista. É também de aconselhar o emprego duma armadura com a mesma secção em todo o comprimento da estaca. Esta medida pode custar um pouco mais de aço, mas facilita muito a execução e evita acidentes por erros na colocação das armaduras.

As estacas curtas suspendem-se geralmente apenas por um ponto, escolhido de

modo que a ponteira fique encostada ao chão até a estaca ser colocada ao alto (fig. 25).

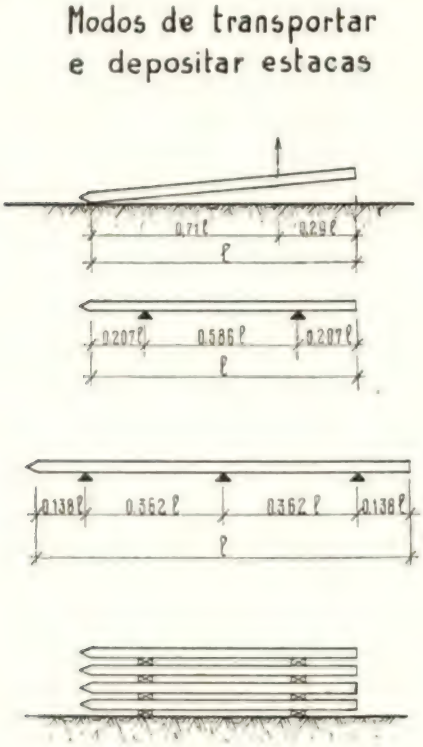


Fig. 25

A partir do comprimento de 12,00 m, embora isso represente uma complicação para o trabalho na obra, convém, para pou-

Fig. 26 — Transporte de uma estaca suspensa

Fot. da Somec.

par armaduras longitudinais, suspender as estacas por dois pontos.

Para estacas de grande comprimento, recorre-se por vezes a maior número de pontos de suspensão. Neste caso é necessá-

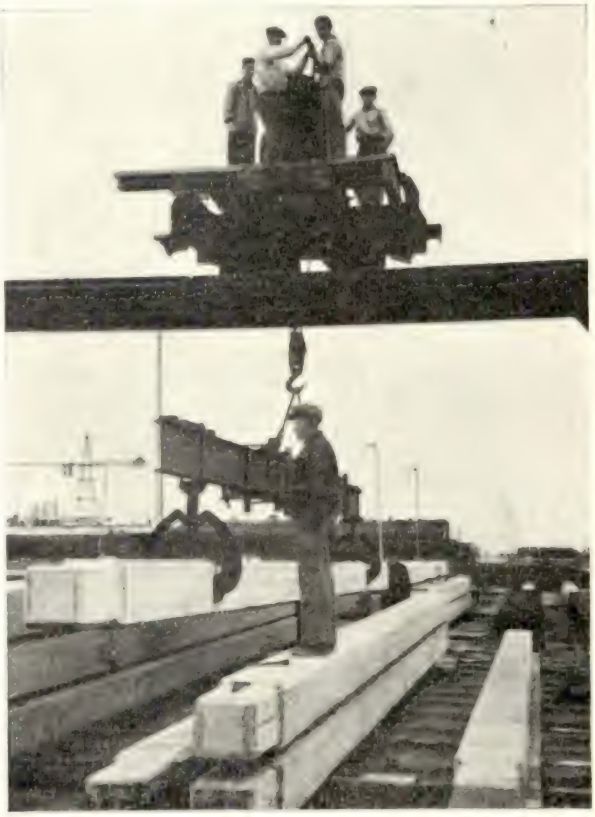


Fig. 27 — Transporte duma estaca 40 × 40 dentro do estaleiro

Fot. do A.

rio assegurar, por disposições especiais, a grandeza das reações dos apoios, de modo a corresponderem à distribuição prevista dos momentos.

Suspendendo a estaca dos modos indicados na fig. 25, consegue-se igualdade entre os momentos flectores positivos e negativos, o que permite tirar o maior partido da colocação da mesma armadura em todas as faces da estaca.

Para evitar acidentes ao manobrar a estaca, convém que a suspensão seja feita mecânicamente (Figs. 27, 28 e 29).

Ao arrumar estacas sobrepostas, é indispensável ter o cuidado de colocar entre elas réguas de madeira, nas posições que correspondem aos apoios que serviram de base ao cálculo das armaduras (fig. 25). Com o fim

de evitar a flexão das estacas inferiores, essas réguas devem ser colocadas todas na mesma prumada.

20 — Cravação das estacas de betão

O mais grave inconveniente das estacas betonadas em estaleiro consiste no perigo de se verificarem acidentes durante a sua cravação.

Fig 28 — Dispositivo para a suspensão de estacas

Fot. do A.

Embora o betão não seja um material muito adequado a sofrer acções dinâmicas, suporta no entanto a cravação dum modo razoável, desde que tenha sido bem executado.

Ao cravar estacas de betão nunca se faz actuar o pilão directamente sobre a cabeça, mas sim sobre um capacete, no qual ela é enfiada. No interior do capacete, em contacto directo com o betão, coloca-se um material elástico, geralmente madeira. (Ver parágrafo 35 - 10).

Os acidentes verificados durante o transporte, embora desagradáveis, não representam perigo; as fracturas são imediatamente notadas e as estacas postas de parte. Com os acidentes sofridos durante a cravação já o mesmo se não verifica: estes poderão passer desapercebidos, e, só mais tarde, serem descobertos, se acaso as estacas não suportarem as cargas previstas.

Devido a estas circunstâncias a cravação de estacas de betão deve ser sempre efectuada com o maior cuidado, especialmente nos terrenos em que seja de recear a presença de corpos estranhos. Deve ser também sòmente confiada a pessoal cujas informações inspirem confiança.

Martinet (1938) fala dum processo muito simples, que diz ter empregado com sucesso, para acusar a fractura de estacas de betão armado, durante a cravação.

Consiste esse processo, a que chama «*auscultação de estacas*», em verificar se num líquido injectado dentro duma conduta, que percorre a estaca de ponta a ponta, a pressão se mantém constante durante a cravação. Se tal não suceder é porque existe alguma fuga, indicativa da fractura da estaca.

O comportamento das estacas de betão armado durante a cravação foi proficientemente estudado por uma comissão de engenheiros da *Building Research Station* (Glanville, etc. 1937 e Chaufourier 1938).

Essa comissão baseou os seus trabalhos no estudo da propagação das tensões nas estacas de betão durante a cravação. Efectuou numerosos ensaios que permitiram constatar a justeza das suas deduções teóricas.

Verificou essa comissão que as maiores tensões se dão na cabeça da estaca. Verificou tambem que, para estacas com mais de 9 m de comprimento, as tensões passam a ser independentes das características do terreno e do avanço da estaca por pancada, e apenas determinadas pelo peso do pilão, pela altura de queda deste e pela rigidez da almofada do capacete.

Para estacas de comprimento inferior a 9 m, a onda de propagação de tensões, no seu retorno, ainda chega a tempo de influir na grandeza das tensões na cabeça da estaca. Por esse facto a natureza do terreno passa a ter influência sobre o comportamento da cabeça da estaca.

Observou-se, também, a importância de, nas cravações difíceis, se manter a cabeça da estaca em bom estado, para ela poder suportar as elevadas tensões necessárias ao avanço da estaca.

Convém evitar, ainda com o mesmo fim, que a almofada do capacete, empregada para proteger a cabeça da estaca, perca a elasticidade com a continuação do trabalho.

A aplicação excêntrica de pancadas de pilão é de temer quando se dê ressonância entre o ritmo de cravação e a vibração própria da estaca. Isso, porém, só é possível com martelos americanos que trabalham ràpidamente.

Em virtude de as tensões provocadas na cabeça da estaca poderem atingir valores da ordem dos 200 kg/cm^2, é indispensável que o betão seja sempre de primeira qualidade. Para lhe dar resistência ao choque, convém conservá-lo húmido durante muito tempo após a betonagem.

A referida comissão aconselha ainda, como melhor forma de conseguir um bom avanço da estaca no terreno, sem no entanto se provocarem elevadas tensões na cabeça da estaca, o emprego de um pilão de grande peso em relação à estaca e o de uma almofada o mais macia possível no capacete.

As tensões na ponteira da estaca dependem do seu avanço no terreno; se a ponteira encontrar grandes resistências, as tensões nela podem chegar a exceder as verificadas na cabeça da estaca. A falta de atrito lateral piora as condições da ponteira.

21 — Estacas-pranchas de betão

Inúmeras tentativas têm sido feitas para generalizar o emprego de estacas-pranchas de betão armado, sendo grande a quantidade de patentes registadas para proteger formas especiais. Não julgamos, porém, que já se tenha encontrado a solução do problema.

Como o betão não é material adequado a receber choques, e como a cravação de estacas-pranchas é ainda mais difícil do que a cravação de estacas isoladas, o betão, especialmente nas juntas, danifica-se com frequência. É este o principal inconveniente das estacas-pranchas de betão.

Os tipos mais simples de estacas-pranchas de betão têm a forma das estacas-pranchas de madeira, (fig. 25-a). Outros, mais complicados, já têm formas mais adequadas a resistir à flexão (fig. 25-b).

Santarella (1936, pag. 114) dá notícia do emprego de estacas deste último tipo no porto de Dantzig.

Para fugir aos inconvenientes das juntas de betão, já têm sido empregados tipos em que a ligação entre estacas contíguas é estabelecida por elementos de aço. Veja-se exemplos de estacas destes modelos no livro de Dean (1935) e no de Noë e Troch (1920).

É natural que a adopção de armaduras com tensões prévias, a sistematização de formas, e um estudo aprofundado doutros aspectos do problema, como ainda não foi feito, permitam obviar aos inconvenientes até aqui encontrados.

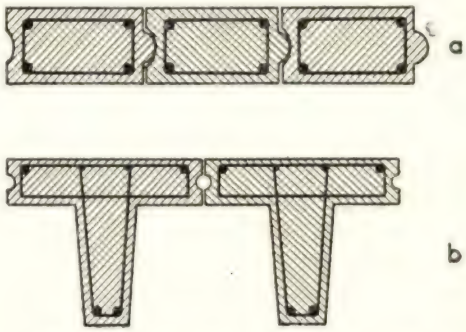


Fig. 29 — Estacas-pranchas de betão

O emprego do betão para estacas-pranchas oferece sobre o da madeira a vantagem de permitir executá-las com quaisquer dimensões, limitadas apenas pelo peso de cada elemento isolado, e oferece sobre o emprego do aço a vantagem de menor preço e, nalgumas condições, maior duração.

O emprego de injecção de água tem permitido afundar em boas condições estacas-pranchas de betão armado.

B — Estacas moldadas no solo

22 — Generalidades

As estacas deste tipo designam-nas os ingleses por *cast-in-situ* ou *cast-in-place*

OFICINAS E LABORATÓRIOS

DO

INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO

As oficinas pedagógicas do Instituto Superior Técnico, de CARPINTARIA DE MOLDE, de INSTRUMENTOS DE PRECISÃO e de ELECTROTÉCNICA, fornecem todo o género de material escolar e de demonstração para o ensino técnico. Nos laboratórios de QUÍMICA ANALÍTICA, FÍSICA INDUSTRIAL E DE MINERALOGIA executam-se análises para o público

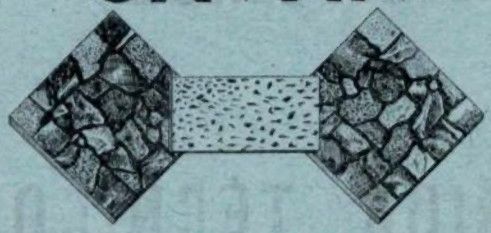
Para quaisquer informações, dirigir-se ao secretário da comissão executiva

São garantidos por **10 ANOS**
contra o desgaste

MOSAICOS

CAVAN

AZULEJOS



de granulados de mármore

OS MAIS RESISTENTES
OS MAIS ECONÓMICOS

Soc. Portuguesa CAVAN

Rua D. Estefânia, 42
Telefone 47812 | 50129 — Lisboa

FILIAL NO PÔRTO: **RAL, LTD.ª**
PRAÇA DA BATALHA, 90, 2.º

LIVROS TÉCNICOS

GRANDE SORTIDO
PREÇOS NORMAIS

PIMENTEL & CASQUILHO, L.DA
Rua Eugénio dos Santos, 75
Telef. 24314-24315 LISBOA

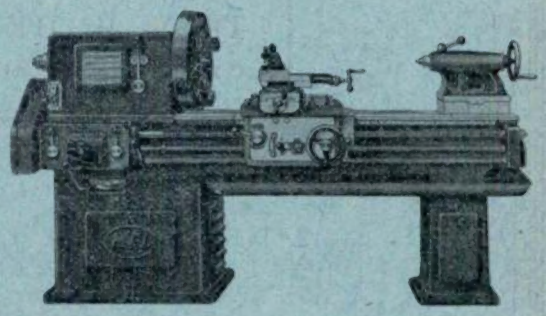
SOCIEDADE INDUSTRIAL METALURGICA

Responsabilidade Limitada
(REGISTADO)

SERRALHARIAS,
CALDEIRARIA,
FERRARIA,
FUNDIÇÕES

ESCRITÓRIO
Rua de S. Tiago, 13
LISBOA
Telefone 26572

TORNOS DE QUALIDADE



Fabricados segundo tolerâncias «Schlesinger», NA ORDEM DO 1/100 mm e empregando aços especiais, também de Cr-Ni, os nossos tornos são PELO MENOS TÃO BONS COMO OS MELHORES ESTRANGEIROS

Máquinas de Precisão, Ltd.ª

(Director: Eng. J. d'Arriaga de Tavares)

45, Rua da Boa Vista, 49-1.º

TELEF. 6 1581 LISBOA

piles, os alemães por *Ortpjaehle* e os franceses por *peux coulés en place,* ou simplesmente por *pieux,* reservando então para as estacas cravadas a designação de *pilots.*

O facto de, em determinadas obras, não ser aconselhável proceder à cravação levou os construtores a engenharem tipos de estacas em que a cravação fosse dispensada. Tal foi conseguido procedendo-se ao afundamento no solo, por furação, de moldes, dentro dos quais, já na sua posição definitiva, se betonava depois a estaca. Assim se obtiveram estacas de superfície muito rugosa (o que era uma vantagem para as estacas flutuantes isoladas) e cuja execução podia ser efectuada com aparelhagem muito simples.

Deste tipo de estacas derivaram-se muitos outros, em que, embora se não crave a estaca, se crava no entanto o seu molde. Obtiveram-se, assim, estacas cuja execução era rápida, mas que reuniam alguns dos inconvenientes da cravação (trepidações, necessidade de aparelhagem especial, etc.) com os da betonagem feita em condições difíceis.

Temos a impressão de que as estacas betonadas no terreno, graças à propaganda de que são objecto por parte das firmas que as fabricam em regimen de exclusivo, gozam de um prestígio exagerado.

Nalgumas condições particulares, porém, as estacas moldadas no terreno podem prestar óptimos serviços.

Assim, por exemplo, impõe-se o emprego de estacas betonadas no terreno:

1) Quando não houver espaço para montar um bate-estacas;
2) Quando no solo se encontrarem disseminados corpos estranhos ou existirem estratos de grande dureza, capazes de danificar estacas que neles sejam cravadas;
3) Quando o pequeno volume do trabalho não justifique o emprego da aparelhagem complicada que a cravação exige;
4) Quando na visinhança da obra existirem construções susceptíveis de serem danificadas pelas trepidações provenientes da cravação.
5) Quando se queiram evitar alterações na estrutura do terreno.

Estas circunstâncias serão estudadas adiante, ao tratarmos das estacas com molde enterrado por furação, pois só para estas interessam (parágrafo 24).

A escolha entre a grande variedade de tipos de estacas betonadas no solo é geralmente mais uma questão comercial do que técnica, especialmente quando se pretende comparar aparelhagem de execução, cuja influência na qualidade da estaca é muito difícil de ajuizar.

Num artigo em que aborda este assunto diz Terzaghi (1930):

«Como não podia deixar de ser, resultou deste facto» (refere-se à arbitrariedade na apreciação do comportamento das estacas) «que os diversos tipos de estacas especiais encontraram maior ou menor emprego consoante a habilidade comercial de quem as explorava e que a propaganda dos diferentes modelos se baseou em argumentos cuja validade não pode ser demonstrada nem refutada».

Convém apreciar com reserva a propaganda que algumas firmas desenvolvem em torno de tipos de estacas de que possuem o exclusivo de fabrico. Essa propaganda é feita pela sugestiva apresentação de problemas resolvidos com felicidade. Mas há sempre, como é natural, o maior cuidado em omitir os inconvenientes das estacas moldadas no solo.

Àcerca de estacas moldadas no solo queira ler-se Chopard (1926), Colberg (1936), Jacoby e Davis (1941), Faivre (1936), Gilbert (1932), Gruen (1934), Hege (1934), Melick (1932), Meyer-Peter (1938), Noë e Troch (1920).

23 — Qualidade do betão das estacas moldadas no terreno

O principal inconveniente das estacas moldadas no terreno reside na falta de confiança que oferece o betão fabricado «in situ». Essa qualidade depende, com efeito, da perfeita observância de variados pormenores de difícil execução e controle.

A betonagem é feita sempre dentro de espaços muito apertados, e, por vezes, deixando-se cair o betão dentro do molde de altura suficiente para permitir a desagregação dos materiais (fig. 30).

Fig. 30 — Balde para despejar betão na boca do molde

Fot. do A.

Este último inconveniente aumentará de gravidade quando dentro do molde existirem armaduras contra as quais o betão possa chocar durante a sua queda.

Depois de uma estaca estar pronta nunca se sabe, bem ao certo, como se encontram distribuídos os materiais que constituem o betão.

Pelo emprego de baldes com fundo falso, adoptados por algumas firmas, pode, em grande parte, obviar-se a este inconveniente (Ver adiante as figs. 48 e 51).

Dadas as contigências do modo de fabrico, como já fizemos notar no parágrafo 13, o pôr a descoberto uma, entre cincoenta estacas, por melhor que se apresente o seu betão, não é garantia suficiente da qualidade do betão de todas as restantes estacas.

A irregularidade do fabrico é especialmente de temer abaixo do lençol aquífero, nas estacas em que a vedação inferior do molde, durante a betonagem, estiver dependente da habilidade posta na execução da estaca.

O betão é fatalmente deslavado se a água friática, sob pressão, invadir o molde (fig. 31).

Por estes motivos, em vez de tentarem vedar inferiormente os moldes das estacas, muitos construtores preferem proceder à colocação do betão debaixo de água com o auxílio de baldes especiais de abrir pelo fundo.

Especialmente nas estacas em que se faz a recuperação do molde, é muito importante proceder a um perfeito apiloamento ou vibração. Tornando-se o betão compacto e impermeável assegura-se uma longa vida à estaca.

O apiloamento e a vibração, tão fáceis de graduar no estaleiro, tornam-se, porém, operações melindrosas de dirigir a distância, sem se ver o betão, como sucede ao executar estacas moldadas no solo.

Com o fim certamente de simplificar a aparelhagem para a execução das estacas, há firmas construtoras que usam, para o apiloamento do betão, justamente o mesmo pilão que serviu para a cravação do molde, deixando-o cair de menor altura. Tão violento apiloamento, que nunca ninguém se lembrou de empregar em betão que estivesse à vista, parece-nos não apresentar qualquer vantagem. Esse apiloamento apenas poderá apertar o betão contra as

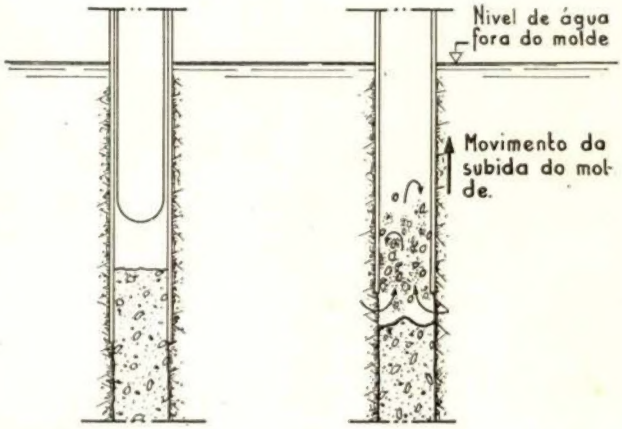


Fig. 31 — Entrada da água dentro do molde, com deslavamento do betão

paredes do molde, se a altura de betão dentro do molde for grande. Caso contrário a violência do apiloamento poderá dar ocasião à saída de todo o betão para fora do molde.

Hoje em dia, para compactar betão, a tendência é justamente a oposta: aumentar